

化学プラントシステムのグローバル展開

Chemical Plant Systems for Global Market

戸村 晃 吉濱 祐二 前田 法史
Tomura Akira Yoshihama Yuji Maeda Norifumi

日立の化学プラントは60年以上の歴史を持つ。周辺市場では、バイオプラスチック製造プロセスの共同開発依頼の増加や、日本企業の国外展開による東南アジアの事業案件増加といった大きな変化が起きている。

日立グループは、バイオプラスチック連続製造プロセスに利用できるコアテクノロジーとして「高粘度液処理技術」や、「シミュレーション技術」、「パイロットプラントからのスケールアップ技術」などを持っている。一方、日本企業の海外進出をサポートするためEPC事業では、定評のある「高品質」、「管理能力」に加え、国際的なパートナーリングによる「低コスト」を達成し、現在はシンガポールで顧客工場を建設中であり、さらに中国・東南アジアでも事業を展開中である。

1. はじめに

バイオプラスチックとは、植物由来の原料から製造されるプラスチックや、自然界で容易に分解されるプラスチックの総称で、PLA^{※1)} (Polylactic Acid: ポリ乳酸)、PBS^{※2)} (Polybutylene Succinate: ポリブチレンサクシネート)、PBAT^{※3)} (Polybutylene Adipate/Terephthalate: ポリブチレンアジペート/テレフタレート) などが代表例である。これらのバイオプラスチックは、近年の環境保全意識の浸透や、近い将来予想されるヨーロッパ・台湾などでの使用の法制化、原油価格の高止まり、コンパウンドの改質技術多様化などから、需用拡大が見込まれている。

このような背景から、バイオプラスチックを戦略的に製造・販売する企業や、さらには自社製品の材料に使用して商品価値を上げようとする企業も現れている。

株式会社日立プラントテクノロジーは、バイオプラス

チック製造に対するさまざまなソリューションを提供するためのツールやノウハウを有している。さらに海外のパートナー企業と連携して、数々の海外の大型プロジェクトを手がけているため、製造プロセスの実証からプラントの建設完了までを一気通貫で、かつ競争力のある価格で提供することが可能である。

ここでは、日立プラントテクノロジーの化学プラントシステムのグローバル展開について述べる。

2. バイオプラスチックのコアテクノロジー

バイオプラスチックの縮重合(縮合重合)反応系、特に環境に配慮した無溶媒方式の合成系には、次のような特徴がある。

- (1) 高粘度($\leq 2,000 \text{ Pa} \cdot \text{s}$)の溶融ポリマーから反応副生物を蒸発させないと化学反応が進まない。
- (2) 反応温度が、約250℃と比較的低温なため、取り扱うポリマーの粘度が非常に高い。

一方、顧客がプラントメーカーに求めるソリューションには、(1) 研究所レベルのレシピから連続式商用プラント用レシピを特定、(2) パイロットプラントによる品質実証、(3) スケールアップ、(4) 基本設計書の作成、などが挙げられる。

日立プラントテクノロジーは、以下のツールやノウハウを駆使して、このようなニーズに沿ったソリューションの提供が可能である。

- (1) 目的に最適な構造を持った反応器の設計・製造技術
- (2) 反応器の最適な操作条件を決定し、品質を予測する重合反応シミュレータの所有
- (3) 実証のためのパイロットプラントの所有
- (4) プラスチック製造における豊富なノウハウの蓄積と実績

※1) 代表的なバイオプラスチックで、発酵により得られた乳酸から開環重合により合成する。

※2) 琥珀(こはく)酸と1,4-ブタンジオールより合成する。原料の脱石油化が進んでおり、商用プラントの建設計画の発表もあった。

※3) テレフタル酸、アジピン酸、1,4-ブタンジオールより合成する。主にEUで需要が拡大している。

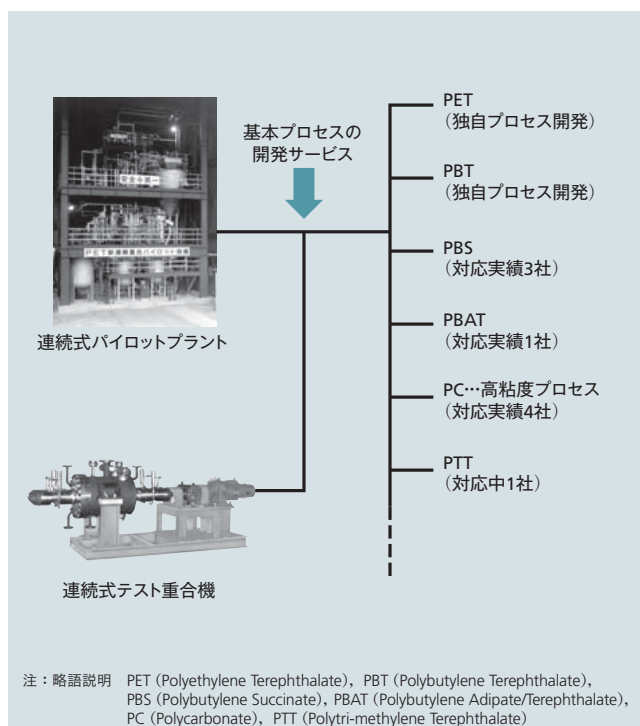


図1 | パイロットプラントによるソリューション提供

各顧客の要求プロセスに対して、反応器構造・操作条件の最適化を実施している。

これまでに国内をはじめ、東南アジアのさまざまなプロジェクトに対応している（図1参照）。

2.1 高粘度液処理技術

バイオプラスチックに対応する反応器は、広い蒸発表面積、高い真空雰囲気、ピストンフローの確保といった反応自体に寄与する構造を備えている必要がある。さらに、連続式のプラントでは長期間の連続運転が設計の前提であることから、ポリマーが停滞する部分の最小化が必要である。

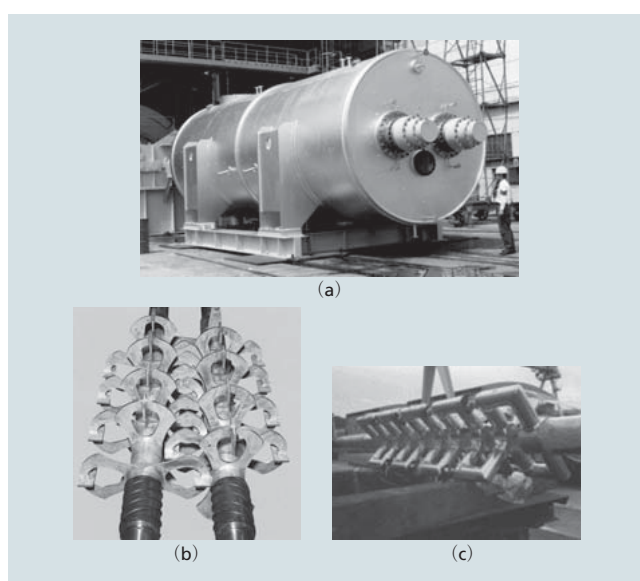


図2 | 反応器と攪拌（かくはん）翼

反応器を（a）に、メガネ翼を（b）、格子翼を（c）にそれぞれ示す。

る。また、ポリマー品質へのダメージを最小限とする低い反応操作温度が必要なことから、高粘度化に耐えられる攪拌（かくはん）翼構造が求められる。これらの条件を満たすため、日立独自の構造を採用している（図2参照）。

2.2 シミュレーション技術

前述した反応系に関するシミュレーションは、単なる流動シミュレーションにとどまらず、反応の進捗（しんちよく）を加味した品質予測ができる日立独自のものである。

近年はさらに、対応する粘度域を拡大して、バイオプラスチックにも適応可能なように改良を加えた。このシミュレーションを用いて、パイロットプラントの運転結果からのスケールアップや、プラントの性能保証が可能となる（図3参照）。

2.3 パイロットプラント

日立グループは、1995年にPET（Polyethylene Terephthalate：ポリエチレンテレフタレート）製造のデモンストレーション用として生産量が100 kg/hの本格的なパイロットプラントを建設した（図4参照）。その後、数々の改造を行い、日立独自のPBT（Polybutylene Terephthalate：ポリブチレンテレフタレート）のプロセスの開発や、顧客のバッチプロセス用のレシピを基にした連続式プロセスの実証などを行っている。パイロットプラントの主要諸元を以下に示す。

- (1) 反応器構成：エステル化反応器1基、縮重合反応器3基の合計4缶プロセス
- (2) プロセス制御：DCS（Distributed Control System：分散制御システム）

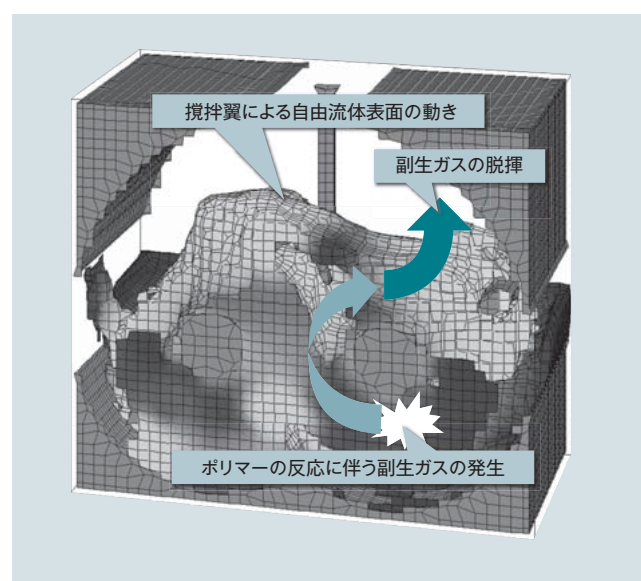


図3 | 三次元シミュレータ

攪拌による表面の変化・脱揮などを予測する。



図4 日立プラントテクノロジーのパイロットプラント
連続式プロセスの実証が可能である。

- (3) 生産量：30～100 kg/h (生産するポリマーによる)
- (4) 対応可能なポリマー粘度： $\leq 2,000 \text{ Pa} \cdot \text{s}$

3. 海外EPC（設計・調達・建設）の現状

3.1 シンガポールに特化した展開

近年、日本の化学プラント業界においても、製品価格競争力を高めるため、グローバル展開が顕著になってきている。展開先の国は、原料調達・製品市場展開・操業費用（用役、人件費など）などの諸条件を考慮して総合的に判断されるが、中国や東南アジアが比較的多数を占める。

特にシンガポールは、経済開発庁によるジュロン島における競争力と持続性強化のPRを含めて、企業の積極的な誘致策を実施しており、日本企業も積極的な進出計画を実施している。

一方、日立プラントテクノロジーは、シンガポールにアジア支社の拠点を構え、これまで多数のプラント納入実績がある（表1参照）。こうした実績を背景に、日本企業のシンガポール進出の工場のEPC（Engineering, Procurement and Construction）を一括で請け負う事業を展開している。

同表における現在建設中の合成ゴムプラントの全景を図5に示す。このプラントでは、無事故100万時間を達成している（図6参照）。シンガポール以外では、中国・タイ・マレーシアでもEPC事業を展開中である。

3.2 EPCパートナーリング

海外におけるEPC事業の展開にあたり、国内と異なる点は以下のようなことである。

- (1) Engineering(設計): 設計検討は顧客(日本人)と行うが、官庁申請は建設国となる。このために適用法規・規格は現地法規・国際規格となり、書類や図面類はすべて英文になる。
- (2) Procurement(調達): コストを重視して国際調達となる。
- (3) Construction(建設): 現地サブコンストラクターが基本であるが、コスト競争力を考慮し、建設国以外も含めた範囲からコンストラクターの選定を行う。

以上のことから、おのおのの役務における海外（建設国以外も含めて）のパートナー会社との連携が必要になる。

一例として、シンガポールの合成ゴムプラント建設においては、建設のパートナー会社として、中国化学工程第三建设有限公司と提携し、据付け・配管工事、電気・計装工事の下請け工事契約を実施した。

このほかにもパートナー会社として、中国での設計主体として中国五環工程有限公司と、タイでのEPC現地主体

表1 シンガポールでの化学プラント納入実績
プラント名、納入年などを示す。

No.	プラント名	納入年	契約範囲
1	低密度ポリエチレン製造プラント	1980	EPC
2	プラスチック製造プラント	1994	EPC
3	プラスチック製造プラント	1996	EPC
4	低密度ポリエチレン製造プラント	1997	EPC
5	プラスチック製造プラント	1998	EPC
6	過酸化水素水製造プラント	1998	EPC
7	液晶用電子工業薬液製造プラント	2003	EPC
8	高吸水性樹脂プラント	2005	EPC
9	医薬品製造プラント	2008	EPC
10	樹脂製造プラントリアクタ更新	2009	EPC
11	合成ゴムプラント	建設中	EPC
12	合成ゴムプラント	建設中	EPC

注：略語説明 EPC（Engineering, Procurement and Construction）



図5 シンガポールで建設中の合成ゴムプラント全景

シンガポールでは1980年から2009年までに10プラントを納入し、現在2プラントを建設中である。



図6 | 無事故100万時間を達成したシンガポールの合成ゴムプラントの祝賀パーティ

同プラントでは、100万時間無事故を達成し、顧客と現地スタッフが共に祝った。

として、トーヨー・タイ・コーポレーションなどと提携している。

4. 今後の展開

コアテクノロジーの拡販戦略としては、従来からの営業活動や学会発表などに加えて、専用ウェブサイトでの情報発信などを行っている。その結果、顧客からのコンタクト数も増加しており、早い段階での顧客とのコンタクトが可能となった。これに対応して、必要に応じて顧客先への駐在・常駐なども行い、顧客プロジェクトの計画段階からの参画を加速していく。

一方、パートナーリングによる海外大型EPCの拡販戦略としては、現在進行しているシンガポールのプロジェクトに加えて、タイ、マレーシア、中東などのプロジェクトにも展開を図り、プロジェクト遂行に関する一般的な手法として定着・拡大・発展させ、引き続き顧客ニーズに沿った低コストな提案を行っていく。

5. おわりに

ここでは、日立プラントテクノロジーの化学プラントシステムのグローバル展開について述べた。

バイオプラスチックは環境意識の高まりから需要拡大が見込まれているが、日立プラントテクノロジーはその製造に対してさまざまなソリューションを提供できる。これは、製造に不可欠な「高粘度液処理技術」、製造プロセス設計に有効な「シミュレーション技術」、プロセス実証に活用できる「パイロットプラント」に裏付けられている。

また、これらの製造設備建設を一括して納入するEPCも行っており、シンガポールでの事例を示した。設計、調達、建設の各フェーズにおいて適切な海外パートナーとの提携により顧客ニーズに答えている。

執筆者紹介



戸村 晃

1981年日立産機エンジニアリング株式会社入社、株式会社日立プラントテクノロジー 産業プラントシステム事業本部 プロジェクト事業部 所属
現在、プラントエンジニアリングの取りまとめに従事



吉濱 祐二

1980年日立産機エンジニアリング株式会社入社、株式会社日立プラントテクノロジー 産業プラントシステム事業本部 プロジェクト事業部 化学プラント部 所属
現在、化学・産業プラントエンジニアリングの取りまとめに従事



前田 法史

1982年日立製作所入社、株式会社日立プラントテクノロジー 産業プラントシステム事業本部 プロジェクト事業部 化学エンジニアリングサービス部 所属
現在、化学プラントエンジニアリングの取りまとめに従事