

2025年度 JPECフォーラム

< セッション3 >

ケミカルリサイクルによるプラスチック資源循環技術開発

廃プラパイロットプラントプロセス開発について

2024年5月13日

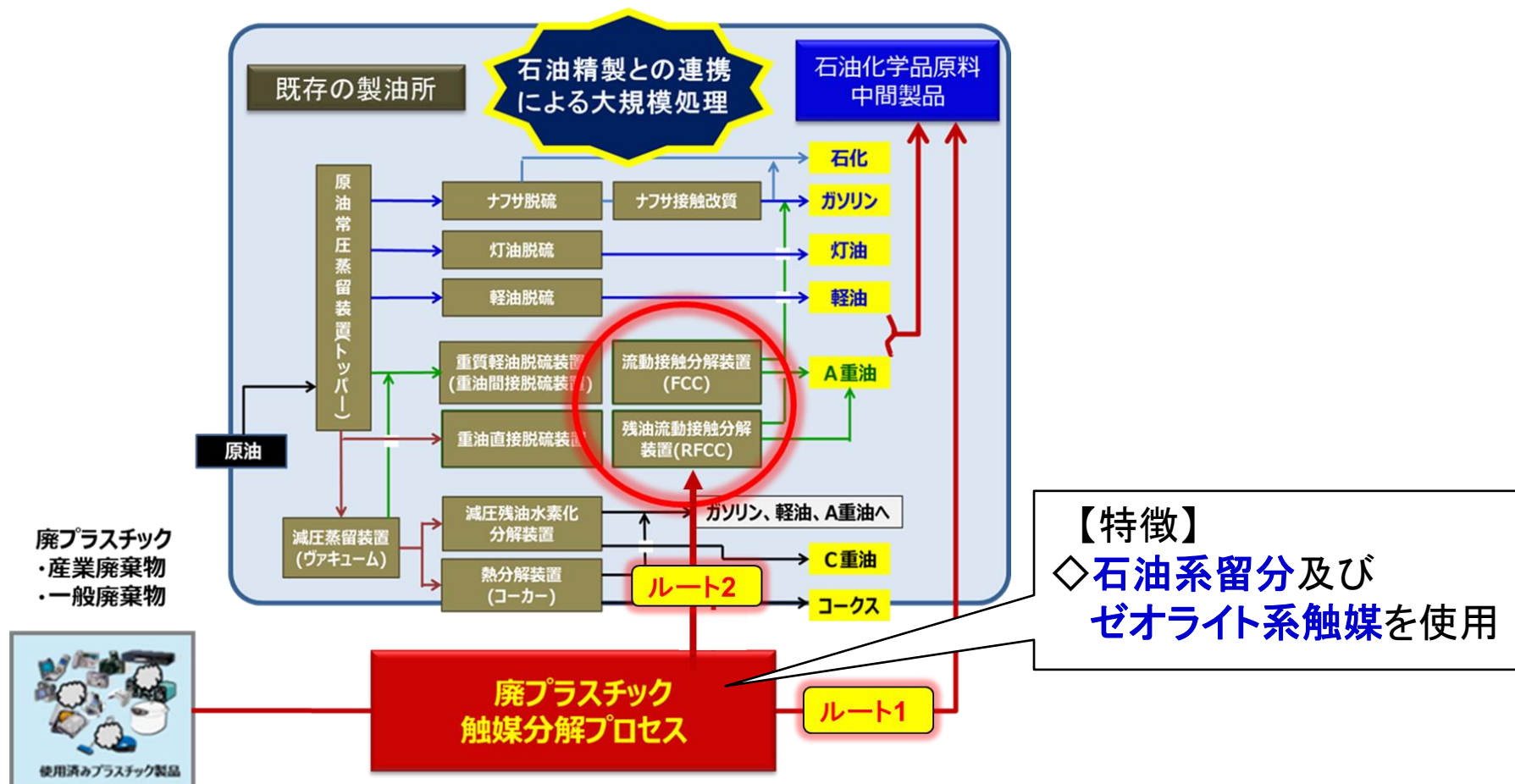
**一般財団法人カーボンニュートラル燃料技術センター
製造プロセス技術部 プラスチック資源循環研究室**

1. NEDOプロジェクトの目的、目標
2. NEDO-PJスケジュール
3. パイロットプラント 概略プロセスフロー
4. プロセス開発の考え方、進め方
5. 攪拌翼の選定
6. 反応挙動の把握結果
7. プラ分解実験結果とシミュレーターを活用した
反応機構の考察
8. 連続攪拌槽型反応器の分解率推算
9. パイロットプラントプロセスフロー(基本設計暫定案)
10. まとめ

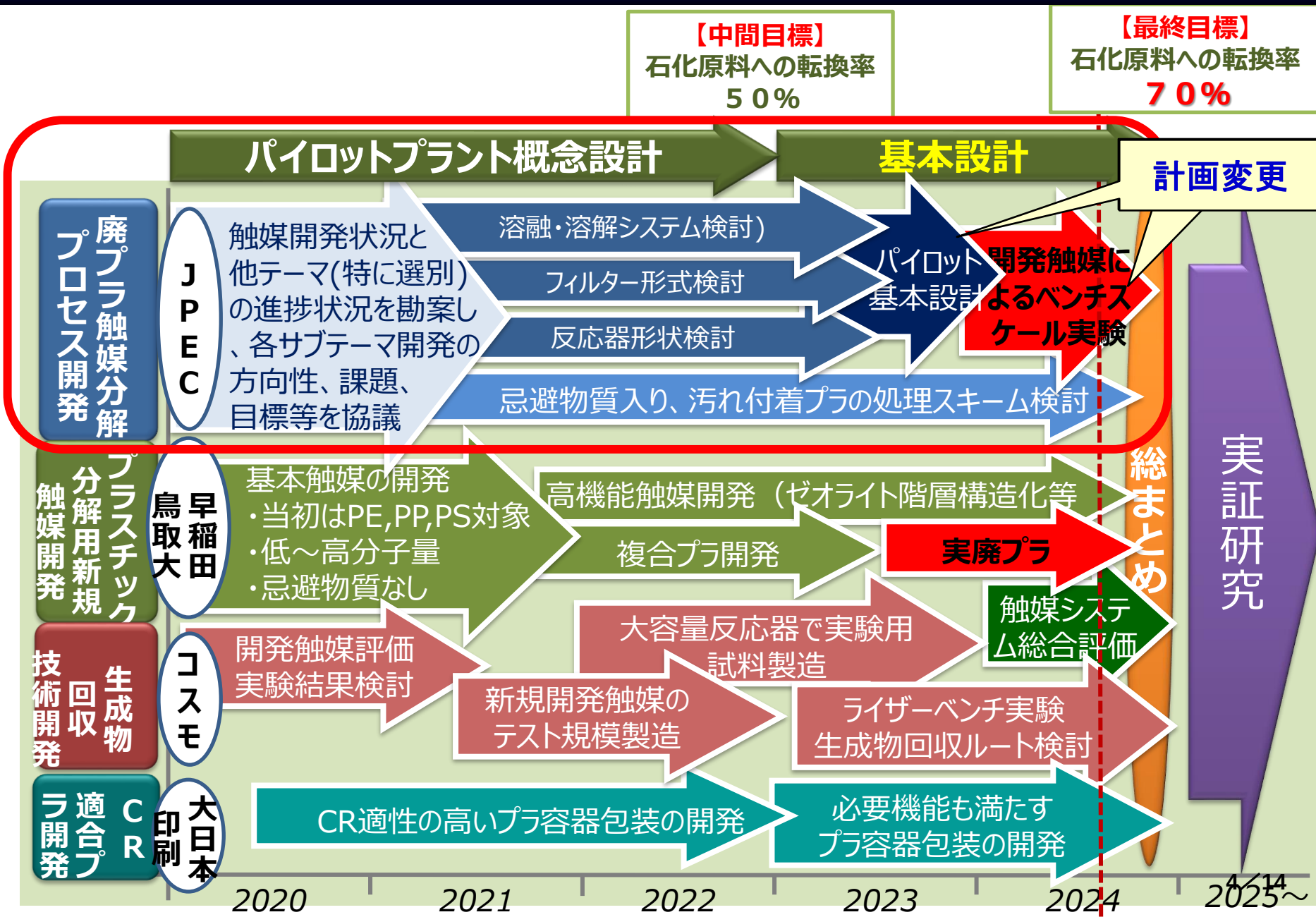
1. NEDOプロジェクトの目的、目標

【目的】 製油所機能を活用した廃プラの大規模処理、石化原料への変換

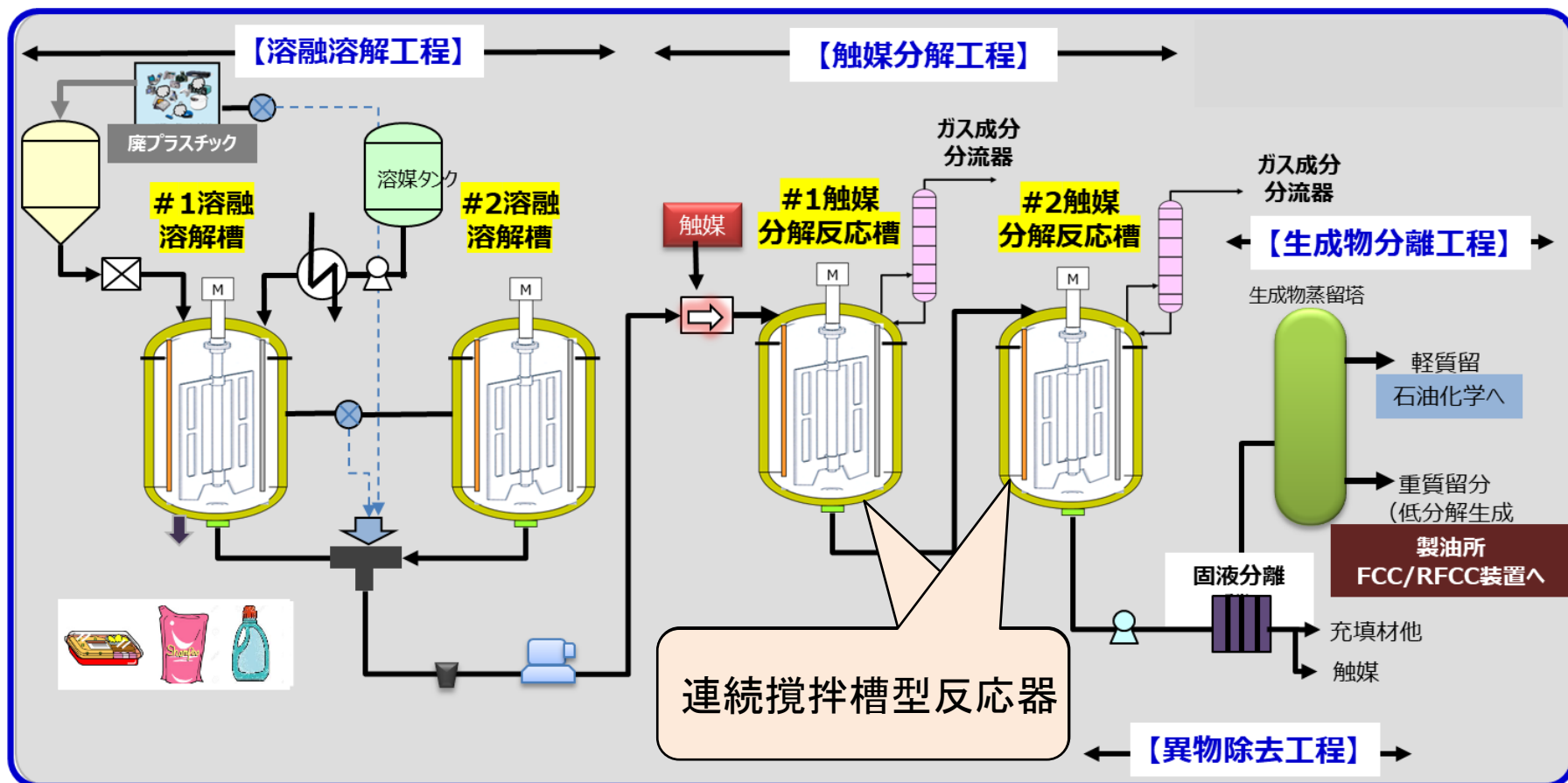
【目標】 石化原料転換率(C₂~C₉):70% (ルート1及び2の合計)



2. NEDO-PJ スケジュール



3. パイロットプラント 概略プロセスフロー



実証化を目指した大規模処理プロセスのコンセプト
⇒ 混合廃プラの連続処理が可能

4. プロセス開発の考え方、進め方

商業プラント

パイロット
プラント
1トン/日
(数m³)

10L

100ml

◇スケールアップすると、物質移動、熱移動の影響を受け、反応成績が悪くなると考えられるので、**反応挙動を把握し、対応を検討**

◇パイロットプラントのスケールダウン装置を用いてプロセス検討
➡外注先で必要なデータ採取
◇高粘度～低粘度対応**攪拌翼の選定**

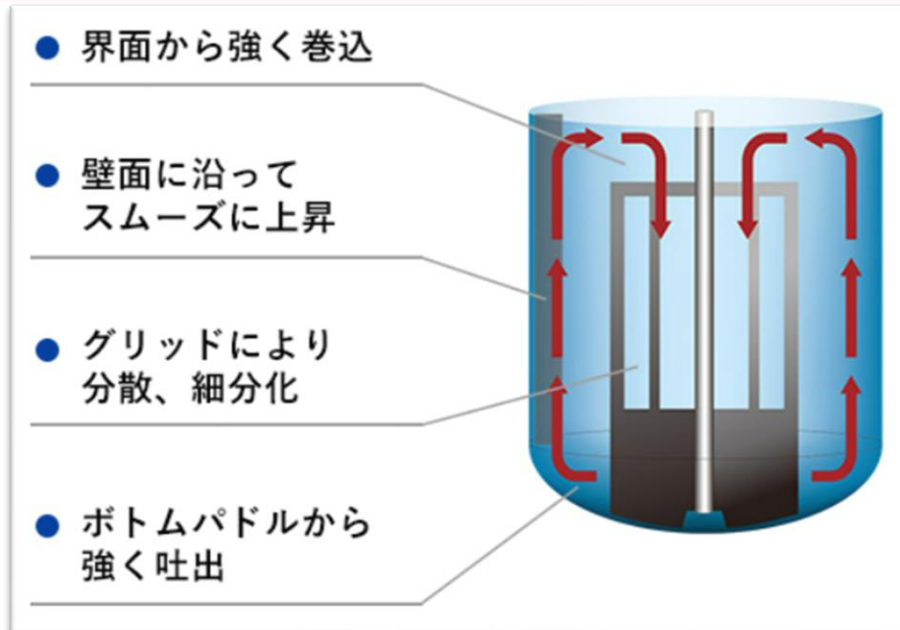
バッチ式

連続式

5. 攪拌翼の選定

【選定条件】

- ① 高粘度 ～ 低粘度 の広粘度範囲、大型化可能
(プラ溶融溶解時) (反応後)
- ② 触媒を含むスラリー溶液の効率的、効果的な混合が可能
- ③ 連続攪拌槽型反応器でも短時間で完全混合が可能



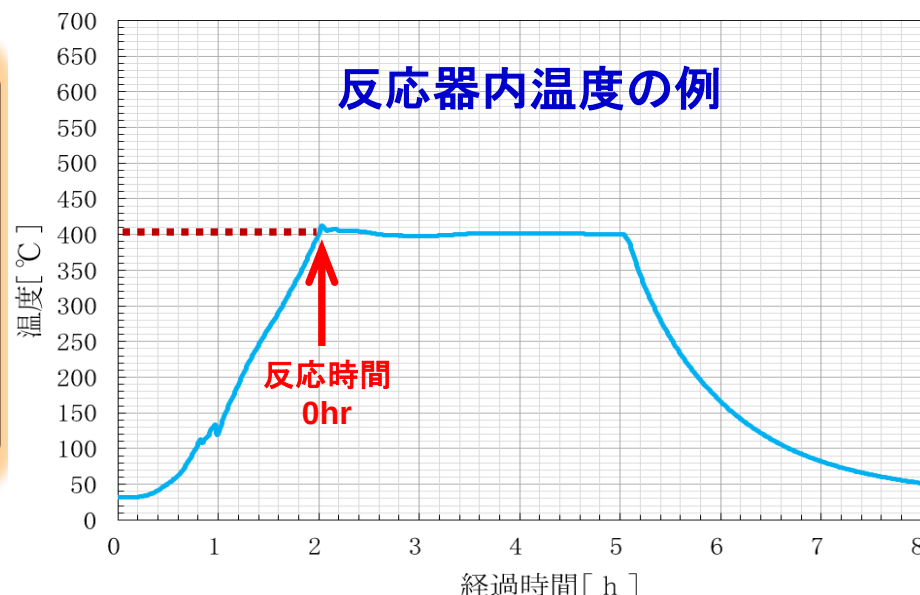
大型特殊攪拌翼の
MAXBLEND®翼を選定

(出所:住友重機械プロセス機器株式会社カタログ)
(<https://www.shi-pe.shi.co.jp/products/mixing/maxblendclub/mbabout.html>)

6. 反応挙動の把握結果

【10ℓオートクレーブ反応：バッチ反応】

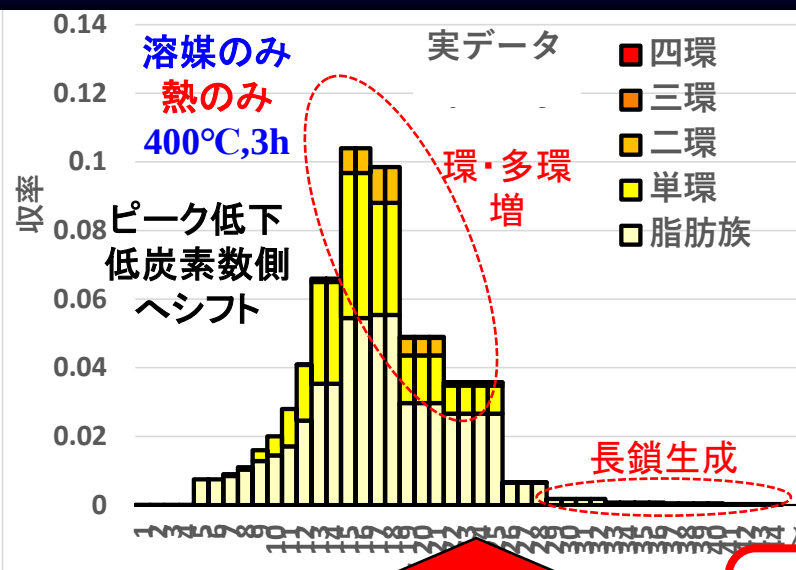
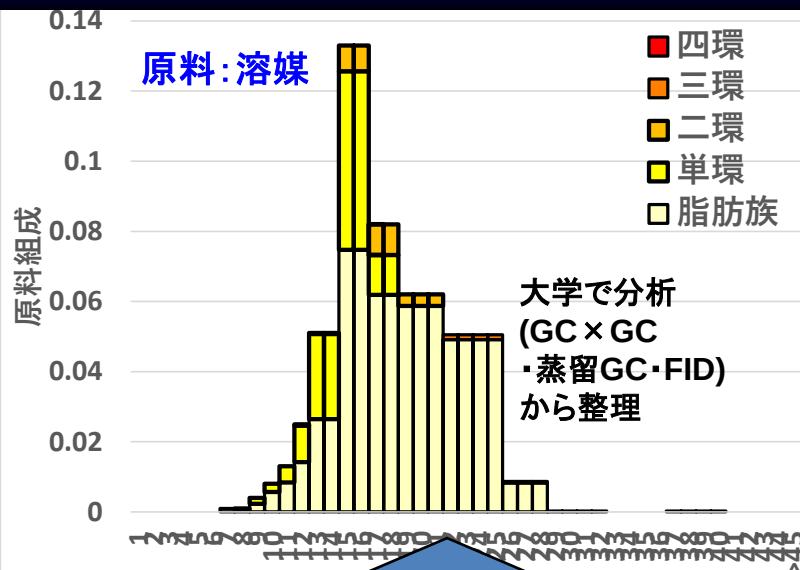
- ◇3Pプラ(PE:PP:PS=3:3:1) 500g
- 石油系溶媒 2,000 g
- 市販ゼオライト触媒 25 g
- ⇒プロセス上の制約：触媒量対プラ5%程度
- ◇反応温度、時間 400℃、3hr



【石化原料転換率：70%達成には】

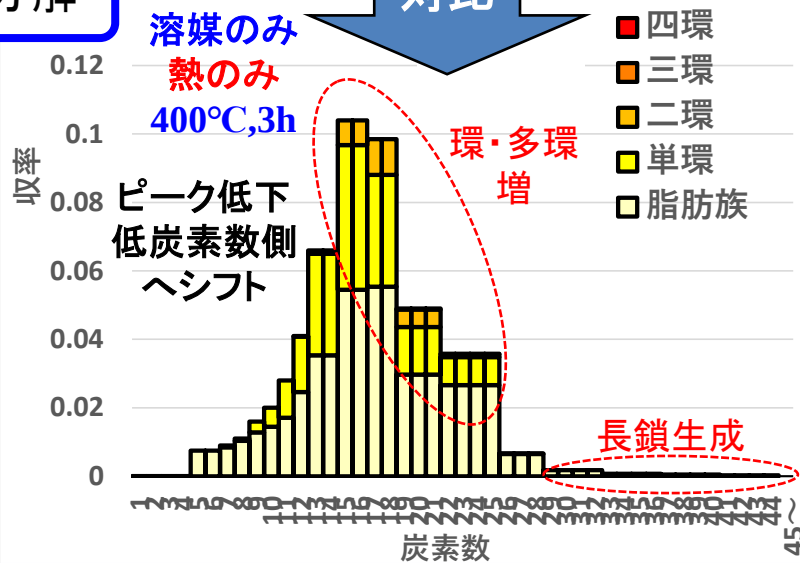
- ◇廃プラ転化率 $\geq 95\%$ 程度
- ◇反応条件の適正化が必要
 - ⇒反応温度、時間、攪拌回転数、昇温時間、触媒量 等
- ➡熱分解、触媒分解が併発する複雑系：反応機構の理解が必要との認識に至った

6. 反応挙動の把握結果(溶媒の反応結果)

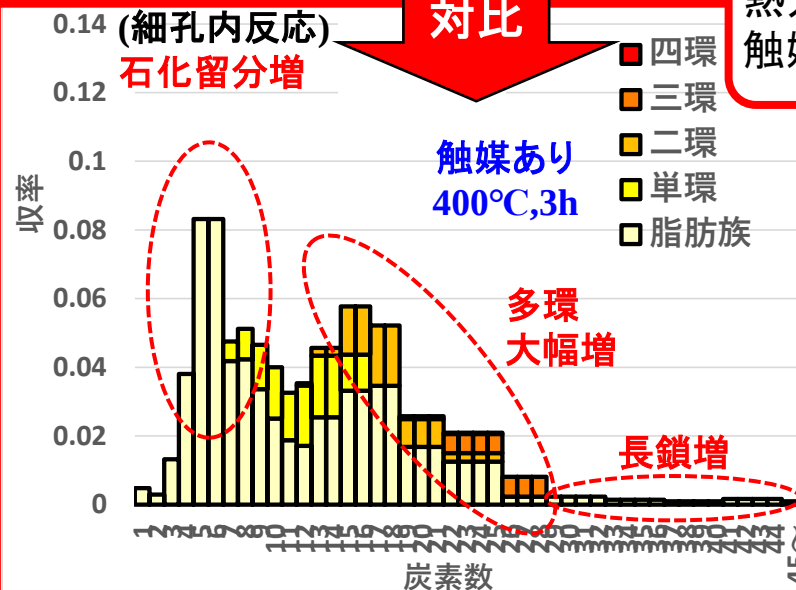


熱分解

対比



対比



熱分解 & 触媒分解

石化成分生成に触媒が寄与。複雑な反応が起こっている⇒シミュレーション検討

7. プラ分解実験結果とシミュレーターを活用した反応機構の考察

◇シミュレーターに組込んだ主な内容

【反応の種類】

熱分解反応

触媒分解反応(外表面・細孔内(C16以下))

【素反応】

分解・環化・長鎖化

【反応速度】

各反応は一次反応

反応定数及び活性化エネルギーを設定

◇バッチ反応シミュレーション

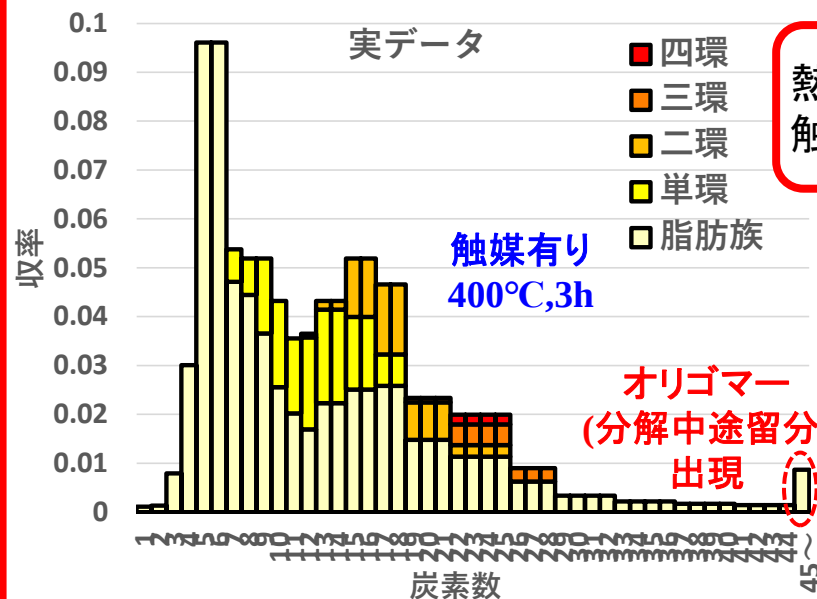
・複雑な反応系の生成物分布を

ある程度再現できた

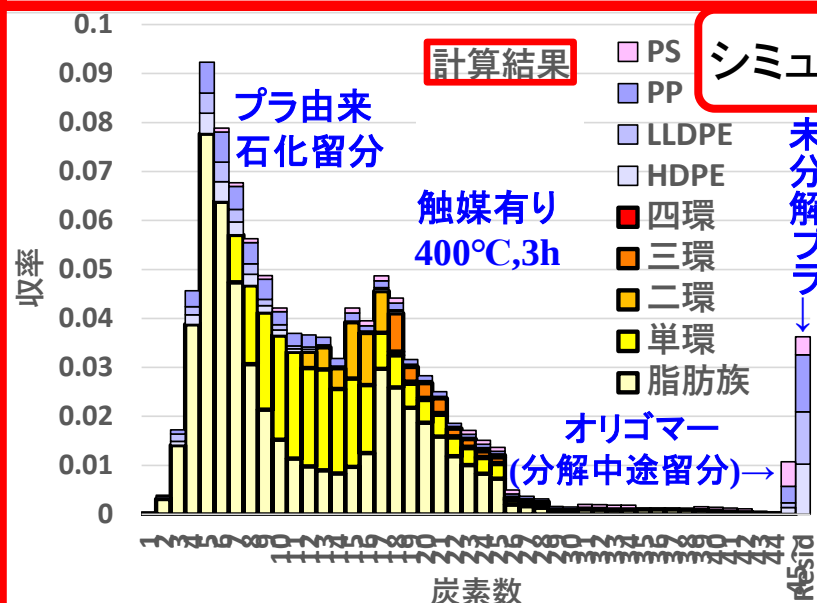
・複雑な反応系を再現～解析・予測可能
(触媒有りの反応生成物分布も予測可能)

◇廃プラの大量処理では、プロセスは連続攪拌槽型反応器を使用するが、滞留時間分布が発生

次に連続攪拌槽型反応器での挙動をシミュレーション検討



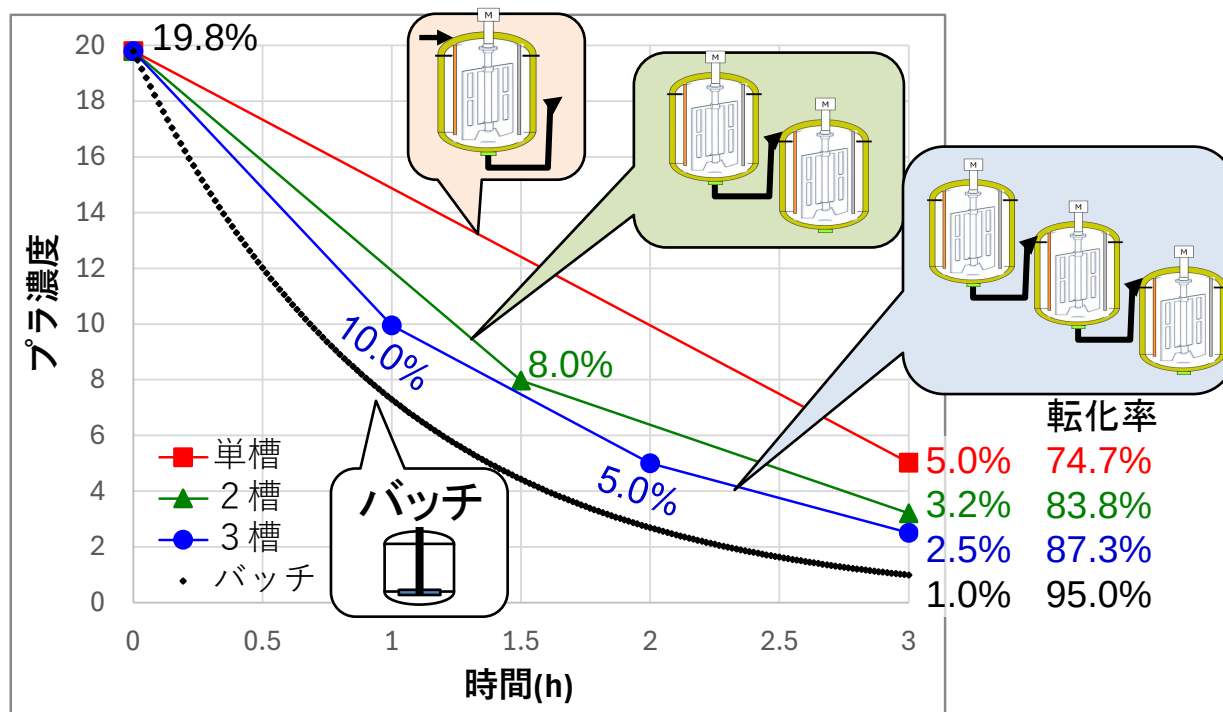
熱分解 & 触媒分解



シミュレーション

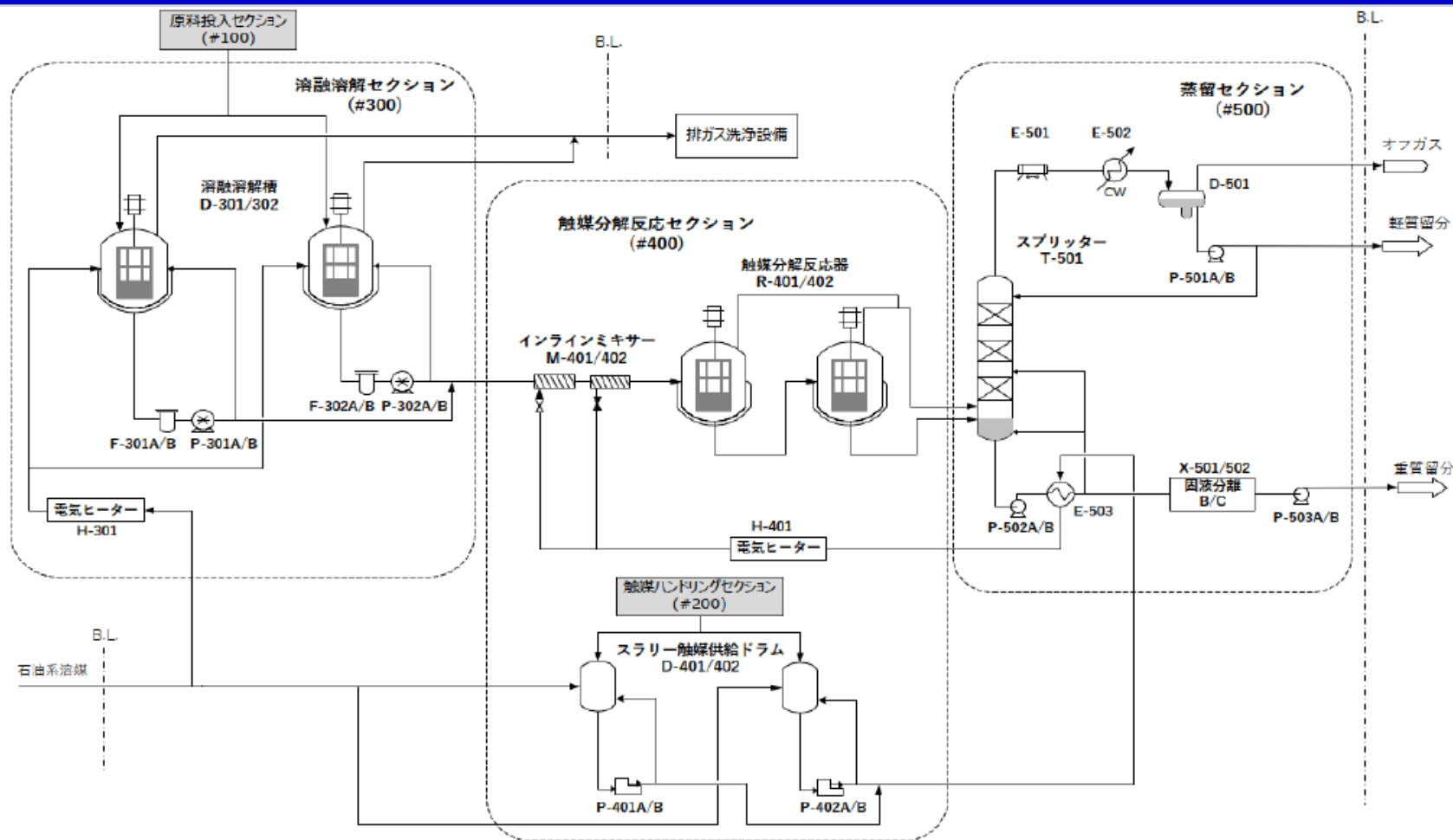
8. 連続攪拌槽型反応器における分解率試算

単槽、2槽、3槽連続攪拌槽型反応器における試算



連続式ではバッチ式に比べ転化率は低下
転化率95%を実現するにはバッチ反応器より大容量が必要

9. パイロットプラントプロセスフロー(基本設計暫定案)



基本設計暫定案を作成したが解決すべき課題が多い

【バッチ式反応器を用いた検討】

◇反応挙動の把握

- ・実廃プラで転化率95%以上の条件を見出した
- ・石化成分の収率UPに触媒が寄与
- ・反応は熱分解/触媒分解が併発する複雑な反応系であるが、シミュレーションで解析、ある程度再現が可能

【パイロットプラントプロセス開発】

◇基本設計暫定案を作成した

◇連続攪拌槽型反応器では転化率95%を達成するには、バッチ反応器より大容量が必要

【課題】

◇実廃プラを用いたベンチ装置での検討

◇連続攪拌槽型反応器コストの低減

ご清聴ありがとうございました

謝辞:この成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託業務(JPNP20012)の結果得られたものです。