

2024年度 JPECフォーラム

< セッション4 >

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

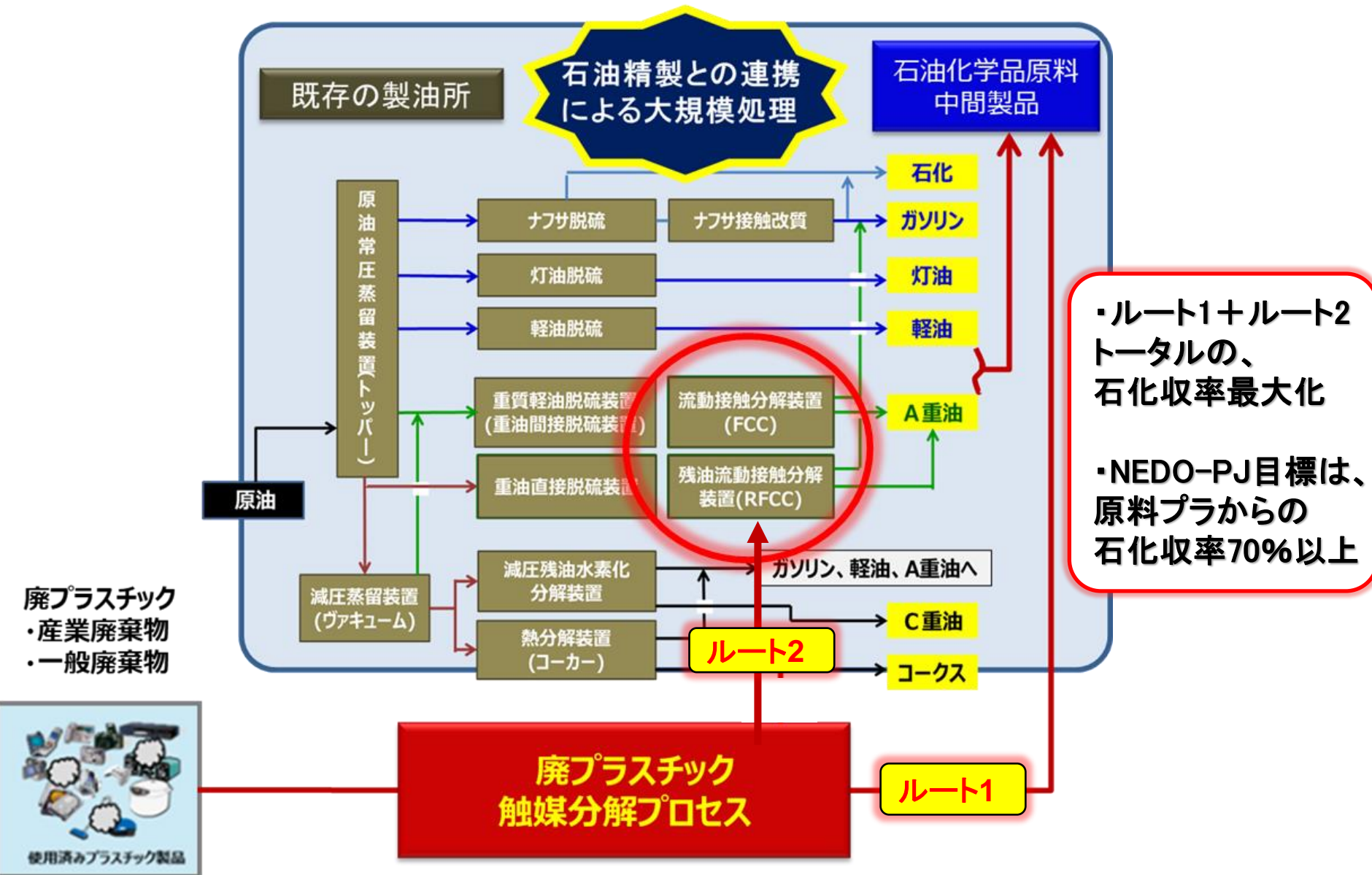
触媒分解反応に及ぼす反応因子の検討

2024年5月14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. 製油所機能の活用
2. 石油化学原料の最大化を目指して
3. 触媒反応の目指す姿
4. 廃プラ触媒分解プロセスフロー(概念図)
5. ラボ実験に用いる攪拌翼の選定
6. モックアップ装置を用いた脱色実験
7. 触媒反応実験 回転数影響把握
8. まとめ

1. 製油所機能の活用



2. 石油化学原料の最大化を目指して

1. 触媒反応を選択

- ・熱分解反応を選ばない理由

熱分解はランダムな開裂反応を起こす

➡生成物分布が広くなり、石油化学原料収率が低い

- ・触媒を使用することで

均質な活性点で反応を制御する

➡高選択率で石油化学原料を得る

2. 溶媒を使用

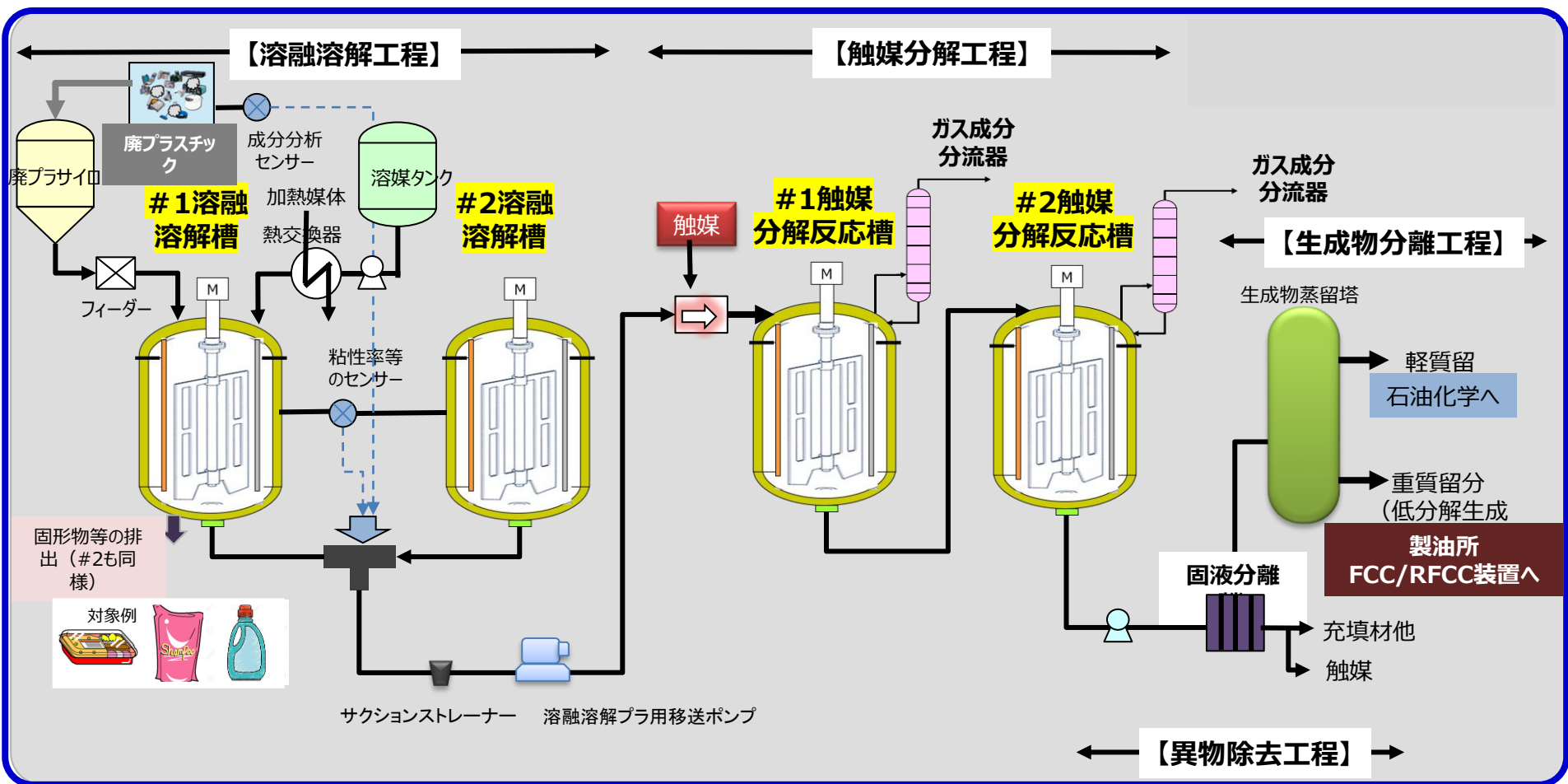
- ・局部過熱を避け、均一な加熱を行うため
- ・触媒粉体を均一に分散させるため
- ・反応場制御により、石油化学原料収率を高くする

3. 触媒反応の目指す姿

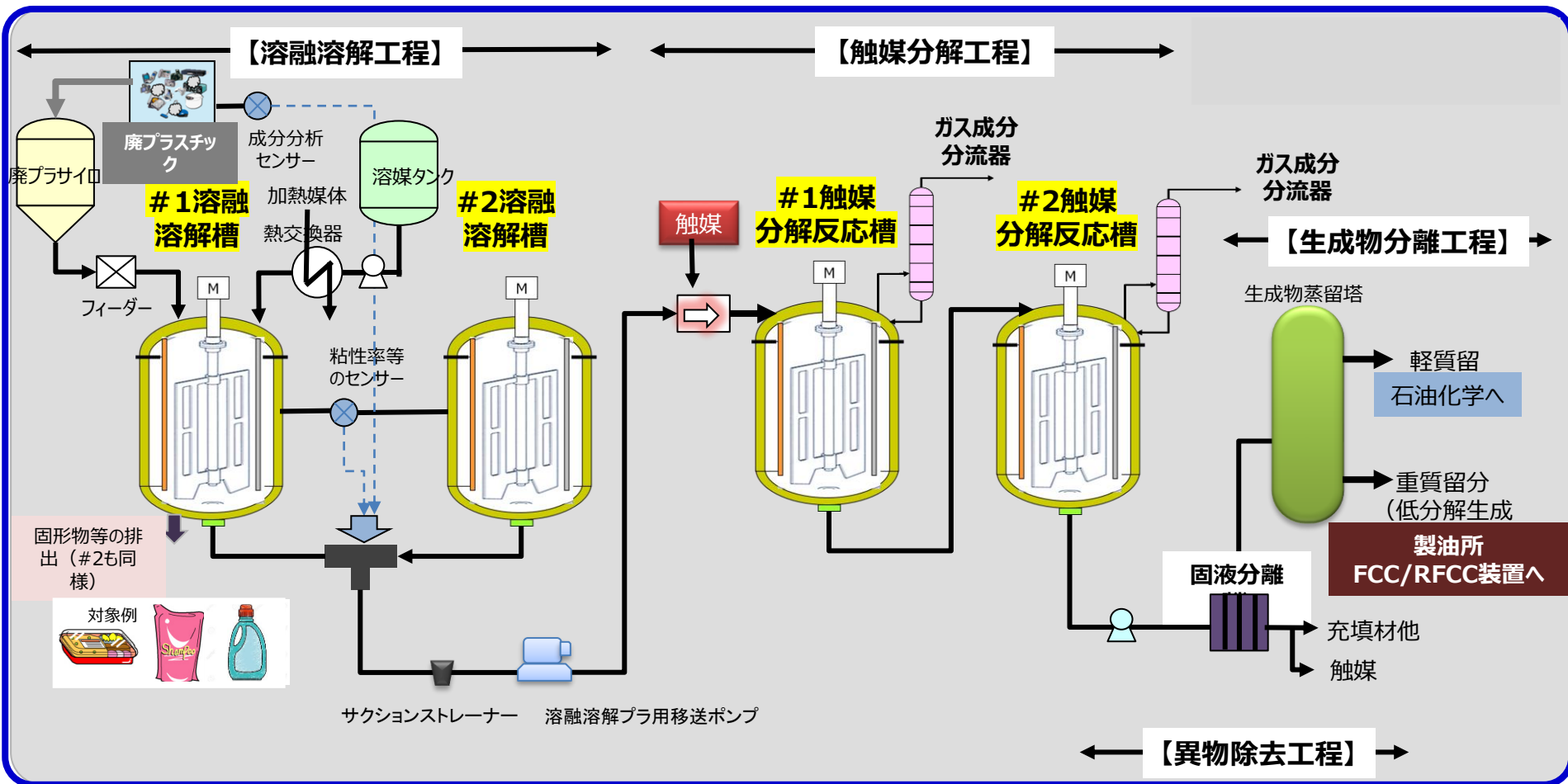
- ・トータルでの**石油化学原料転換率70%を達成**する
- ・**大規模**に処理する

1. 過分解生成物(メタン等)ミニマム、未分解生成物ミニマムを両立させた反応
 - ➡石油化学原料(C2~C9留分)+FCC原料の収率最大化
 - ➡均一加熱、均一分散状態で、触媒反応を行うことで実現
2. 大規模処理
 - ➡バッチ式ではなく、**連続反応方式**を採用
 - 連続式攪拌槽型反応器**を選択

4. 廃プラ触媒分解プロセスフロー(概念図)



大規模処理、高い石化原料収率



ラボ実験は、溶融溶解と触媒反応をワンポットで行う
➡粘度変化しても均一分散に対応できる攪拌翼の選定が必要

【選定条件】

- ①低粘度～高粘度の広い粘度範囲に適用可能
- ②溶液中の触媒粉体の均一分散が可能
- ③大規模スケールでの納入実績が豊富

特殊な**大型平板攪拌翼**を選定

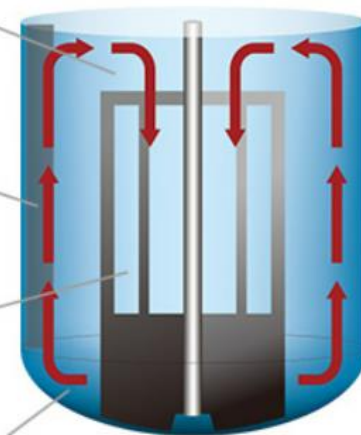
5. ラボ実験に用いる攪拌翼の選定

進化する攪拌槽 マックスブレンド®

- 短時間で完全混合
- 広い粘性範囲に対応
(1mPa·s~10万mPa·sまで)
- 液深変化に安定
- 優れた伝熱特性
- 高い固液分散特性



- 界面から強く巻込
- 壁面に沿ってスムーズに上昇
- グリッドにより分散、細分化
- ボトムパドルから強く吐出



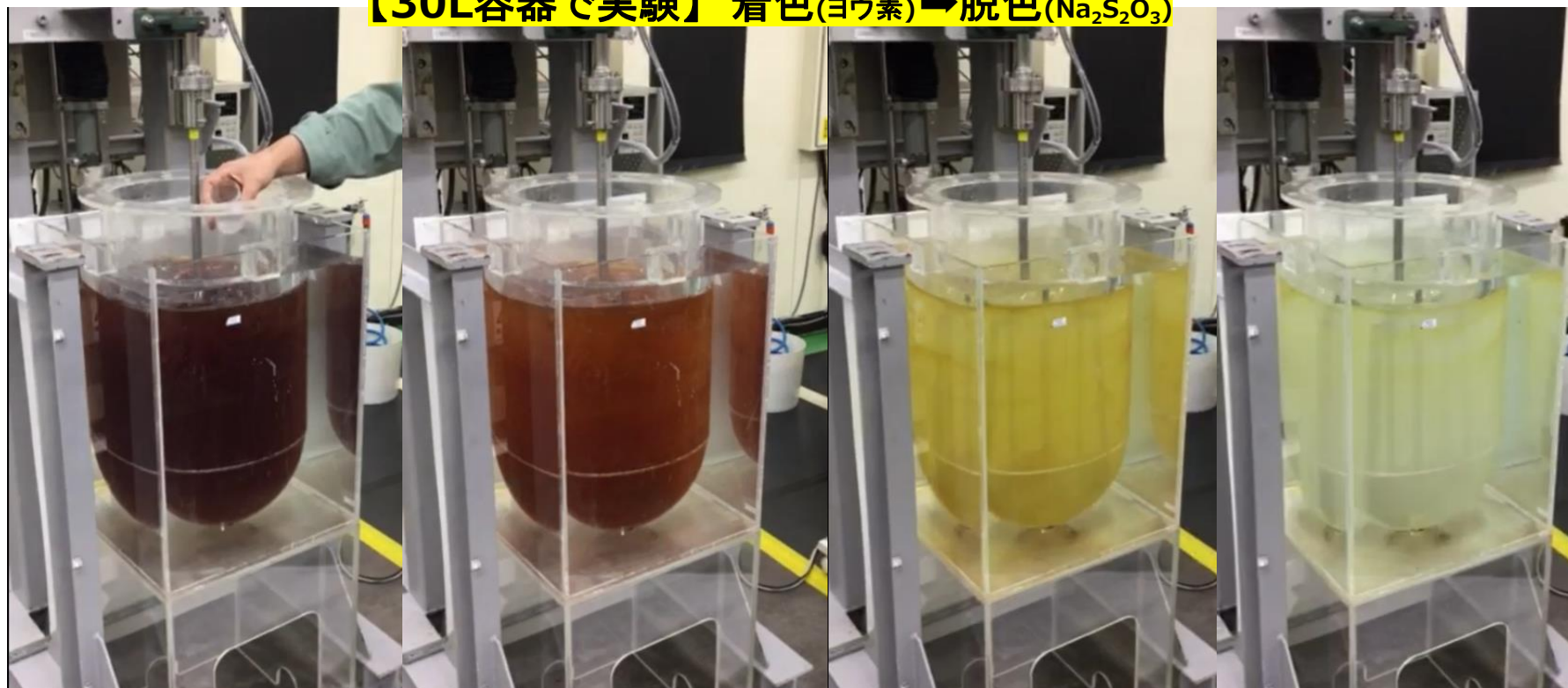
ボトムパドルからの強い吐出流により槽壁に上昇流が発生し槽内全域にわたる全体循環流が形成

(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. モックアップ装置を用いた脱色実験

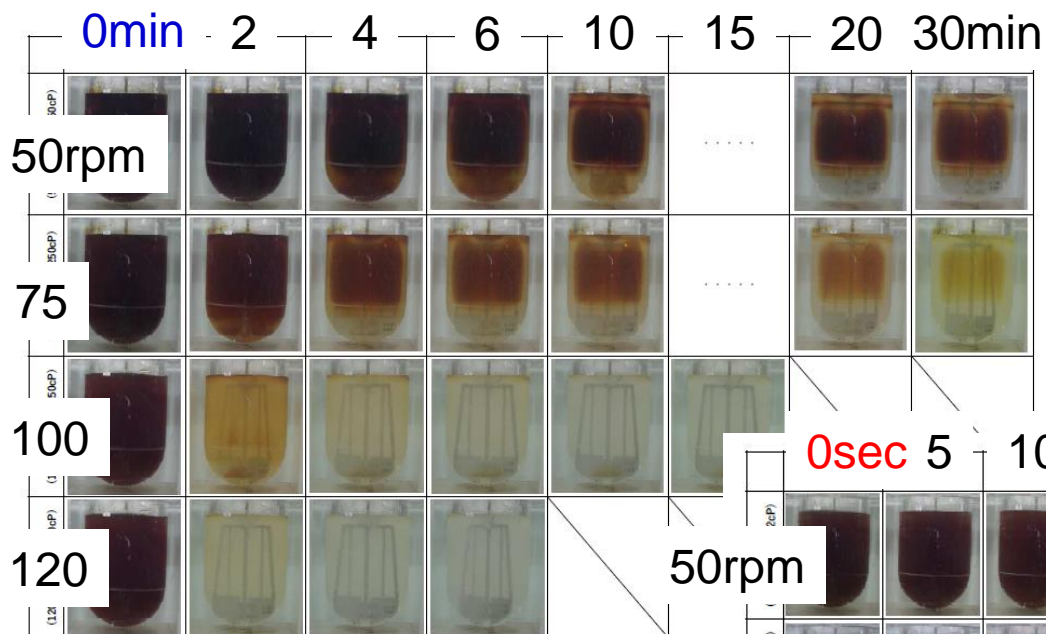
Case	狙い	モックアップ実験概要
1	◇プラスチックが加熱により 溶融した高粘度状態 を想定	◇水及び水飴から成る高、低粘度模擬液を使用し、各種回転数と 攪拌動力 の関係把握、脱色時間を計測し、 適切な攪拌回転数 を検討
2	◇プラスチックの 触媒分解後 の低粘度状態 を想定	

【30L容器で実験】 着色(ヨウ素) → 脱色($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)



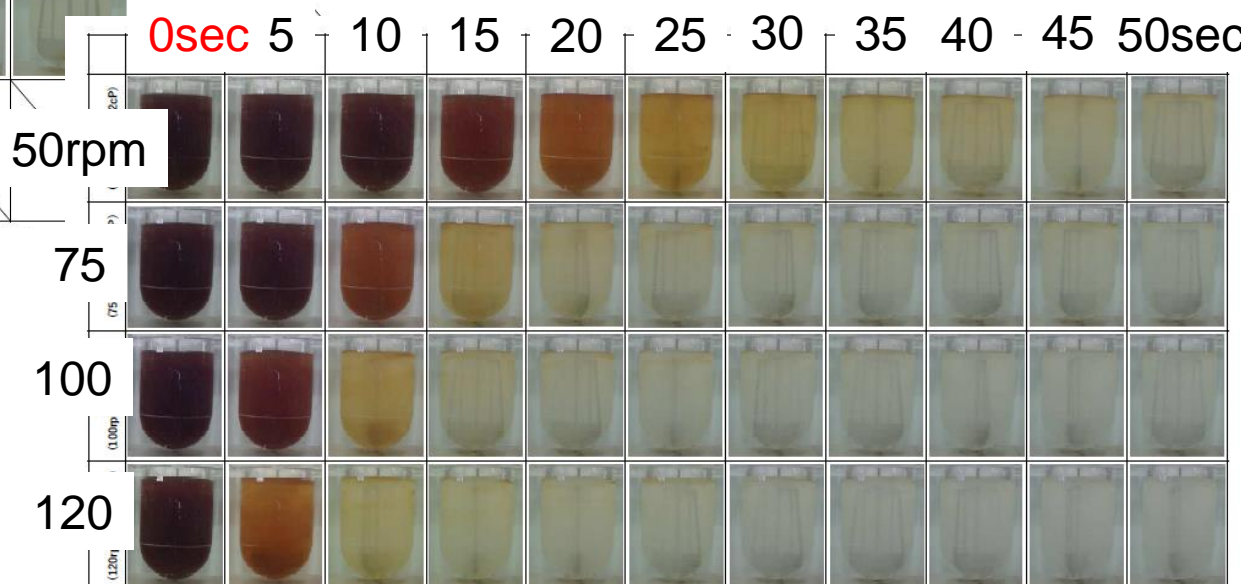
6. モックアップ装置を用いた脱色実験

ケース1: 高粘度実験結果



高粘度、低粘度とも
100rpmで素早く脱色

ケース2: 低粘度実験結果



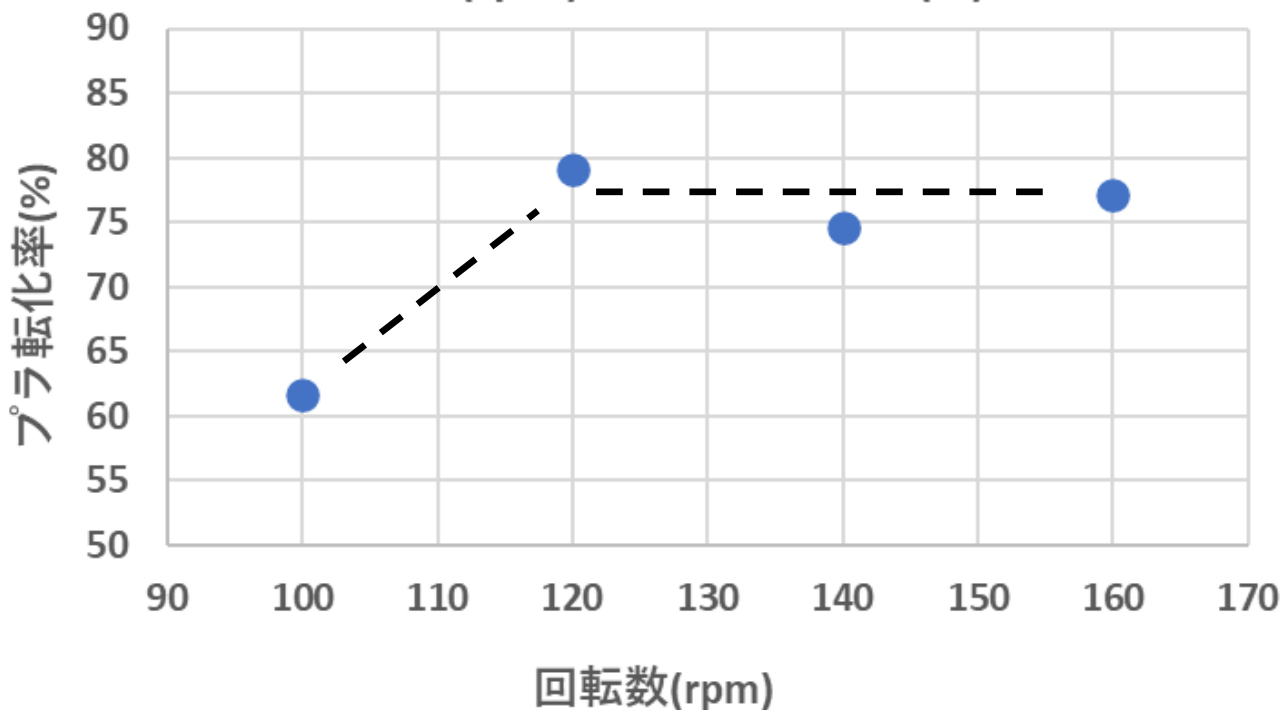
7. 触媒反応実験 回転数影響把握

【反応器】 MAXBLEND®翼付き 10ℓオートクレーブ

【反応条件】

- ◇原料：プラ（PE:PP:PS=3:3:1混合物）
- ◇溶媒：石油系溶媒 ◇触媒：市販ゼオライト
- ◇仕込み：触媒/プラ比：25wt%、プラ/溶媒比：20wt%
- ◇温度：400℃、時間：3hr

回転数(rpm) vs プラ転化率(%)



⇒回転数120rpm以上で
プラ転化率75~80%

⇒120rpmで十分攪拌できて
いることを確認

石化原料収率を評価中
⇒分留し、FCC簡易評価

- ◇廃プラの石油化学原料化70%、大規模処理を達成するため、反応において、溶媒および触媒を使用することを選択し、高度に制御された均一分散反応場での触媒反応を検討中
- ◇触媒反応は、固体(触媒の粉体)+液体(石油留分に溶融溶解したプラ)の均一分散状態での反応、触媒反応が進行するに従い、高粘度～低粘度に変化することに適応できる、MAXBLEND®翼を選定
- ◇ラボ実験においては120rpmで十分攪拌できていることを確認
- ◇今後の予定
 - ➡石化収率最大化に向け、高活性触媒を使用し、触媒反応の最適化を検討

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。