

戦略的省エネルギー技術革新プログラム  
フェーズ名：実用化開発

# 低炭素コーティング材料の開発

プロジェクト実施者：旭化成株式会社

プロジェクト実施期間：2018年7月～2021年3月



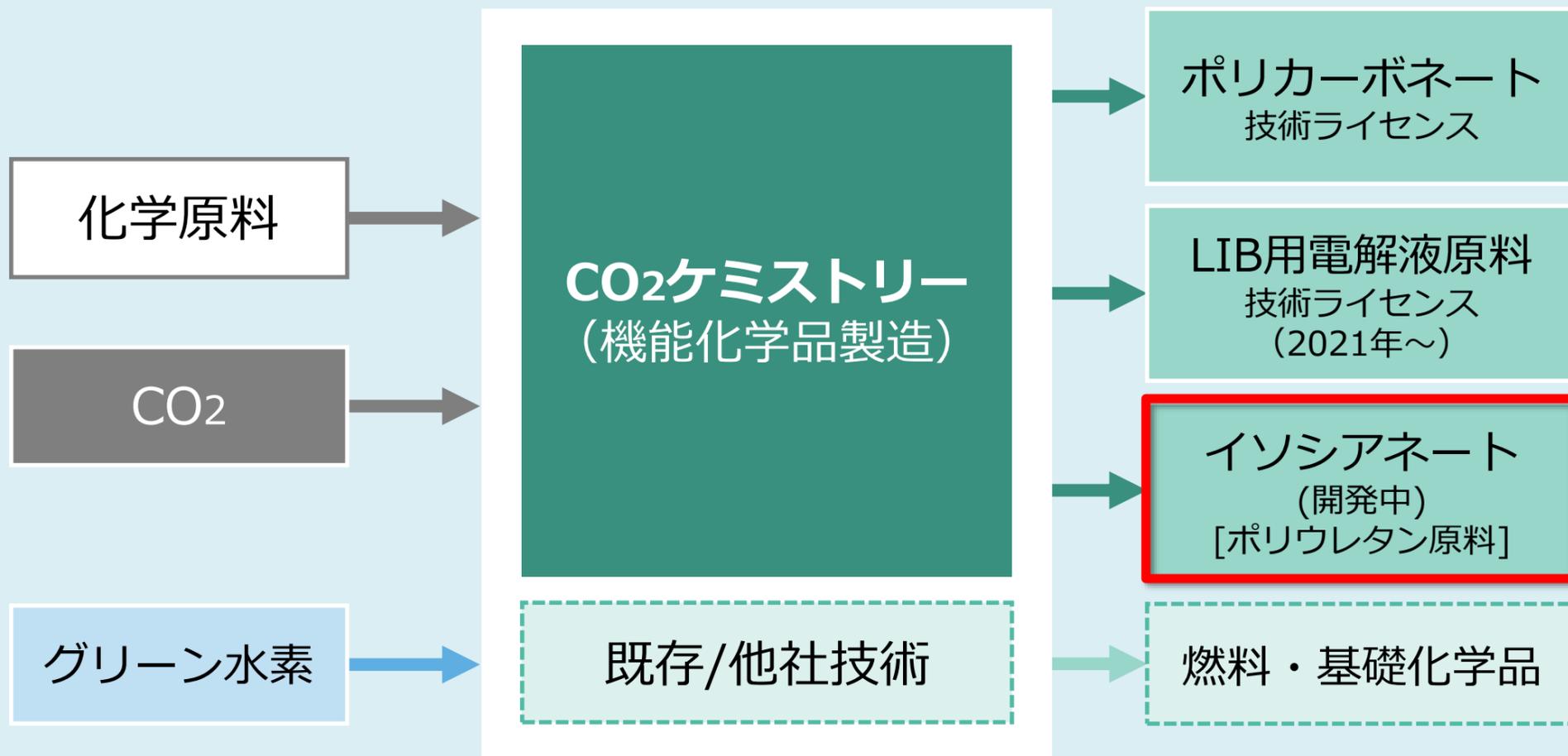
CO<sub>2</sub>の原料利用、CO<sub>2</sub>分離・回収の取り組み

GHG削減

社会のGHG排出量削減への貢献

● CO<sub>2</sub>の原料利用

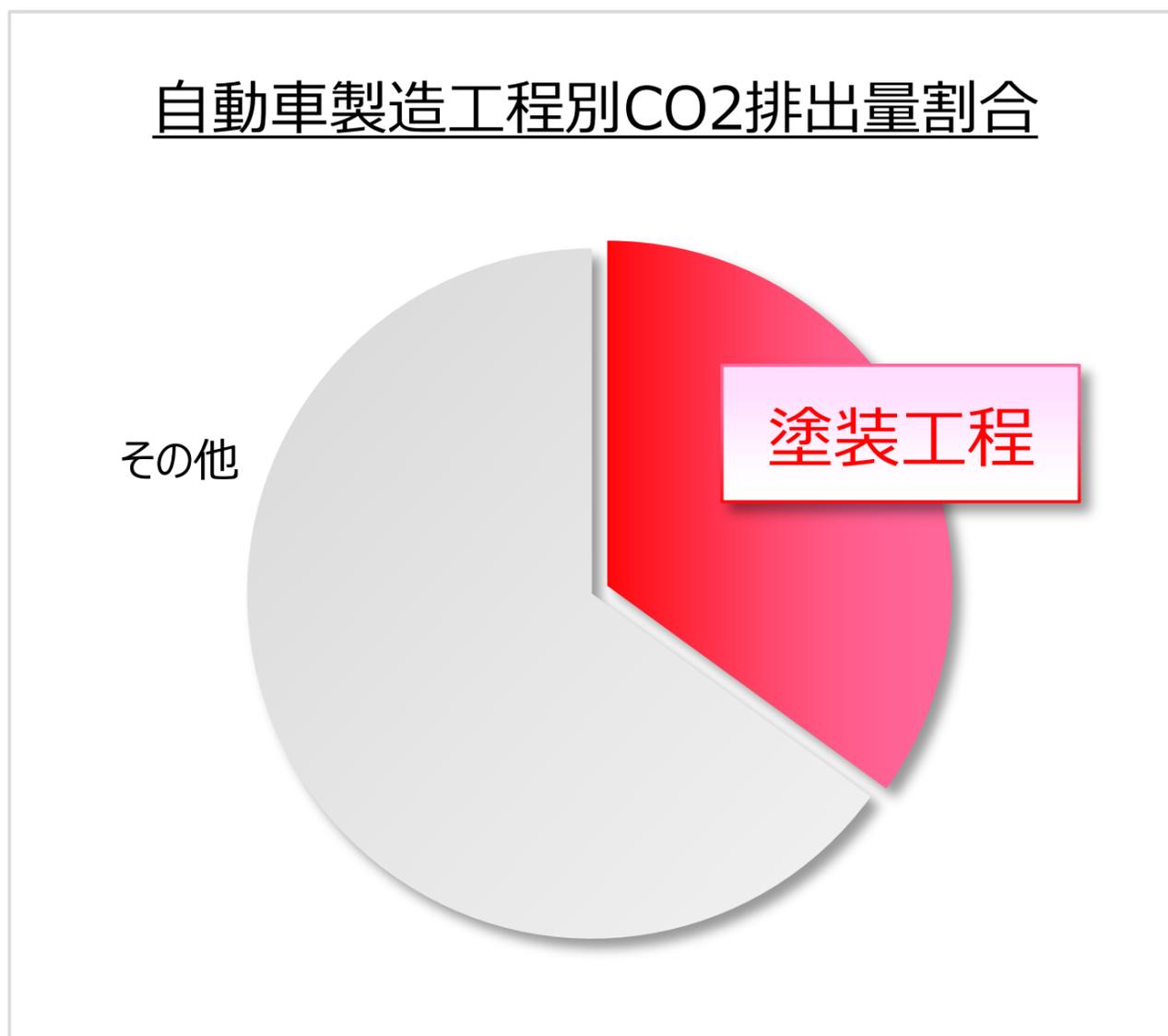
CO<sub>2</sub>の原料利用



旭化成が目指す  
2つのサステナビリティ

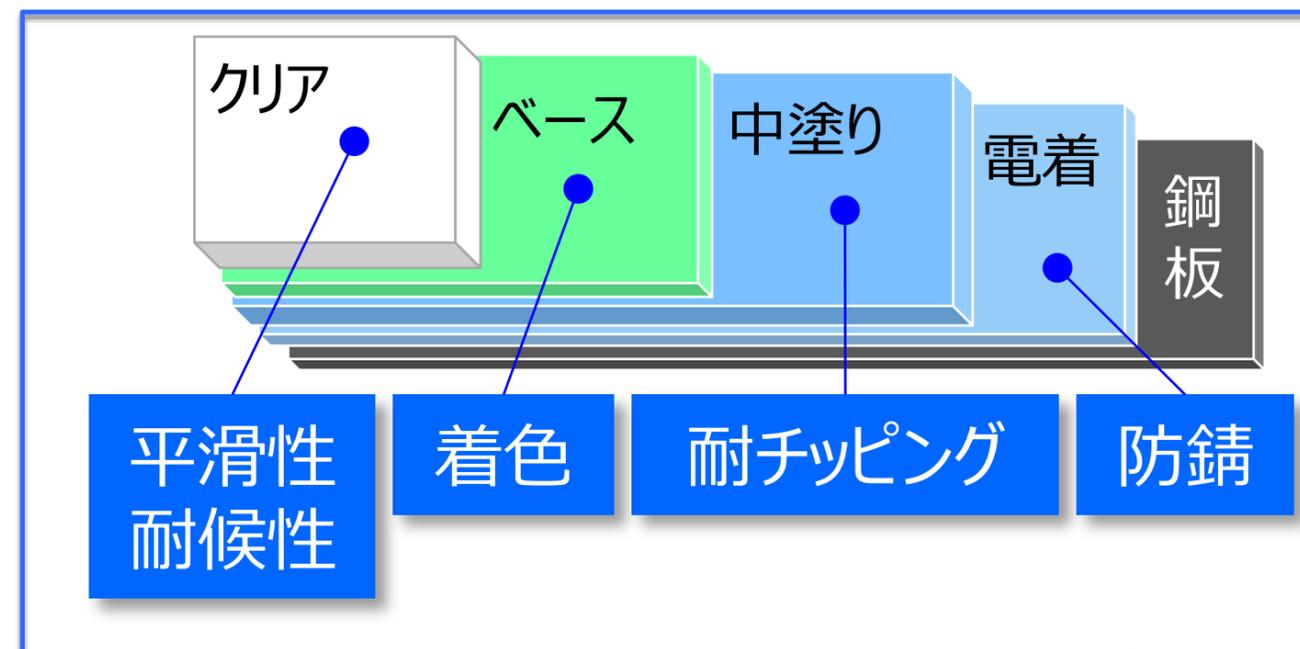


## ■ 自動車塗装工程の消費エネルギー



## ■ 自動車塗膜モデル図

✓ 各層を多層コートして塗膜を形成



✓ 消費エネルギー削減が喫緊の課題  
→ 低温硬化による省エネ化が必達

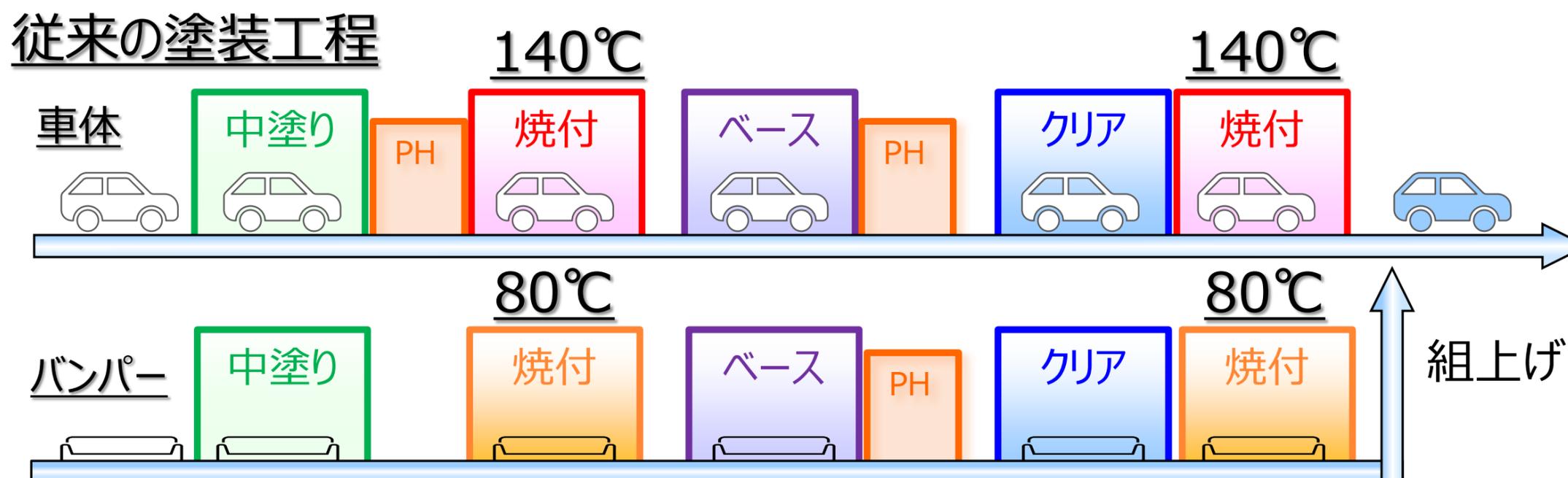
## ■ 自動車塗装工程の課題

- ✓ 硬化反応を十分に完遂させるため  
140℃程度の高い焼付温度が必要  
(使用する材料の化学反応に支配)
- ✓ 樹脂部材は高温で塗工できない為、  
車体と別ラインでの塗装が必要

焼付温度を下げる取組みを  
加速する必要有

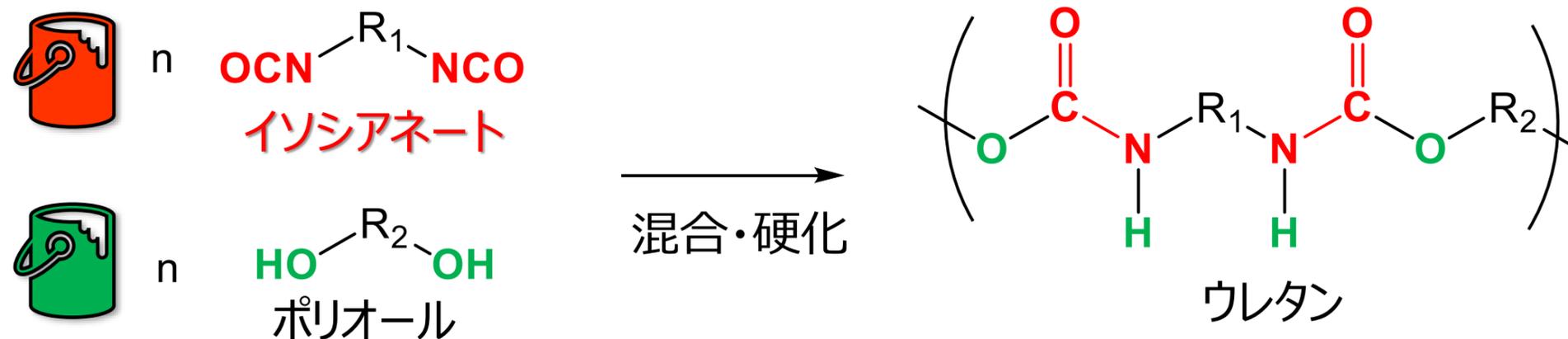
↓

エネルギー消費量削減に与する  
新規材料の創出を目指した



## ■ 本開発で着目した塗装材料

▶ 高外観が特徴の2液ウレタン（イソシアネート/ポリオール）のイソシアネート化合物に着目



## ■ 既存イソシアネート材料の問題

- ✓ 低温域(80~100℃)の硬化速度が遅い
- ✓ 従来のイソシアネート多量体化による増粘・反応性減



多量体化が不要なイソシアネートの創出に  
フォーカスした

キーワード：高活性(多官能)・低粘度

	イソシアネート	イソシアヌレート
構造式	$\text{OCN} \sim \text{NCO}$	
特性	揮発性・毒性	非揮発性
粘度 mPa・s	3	~1400 (弊社品)
NCO 重量%	50	23

## 従来製法の問題

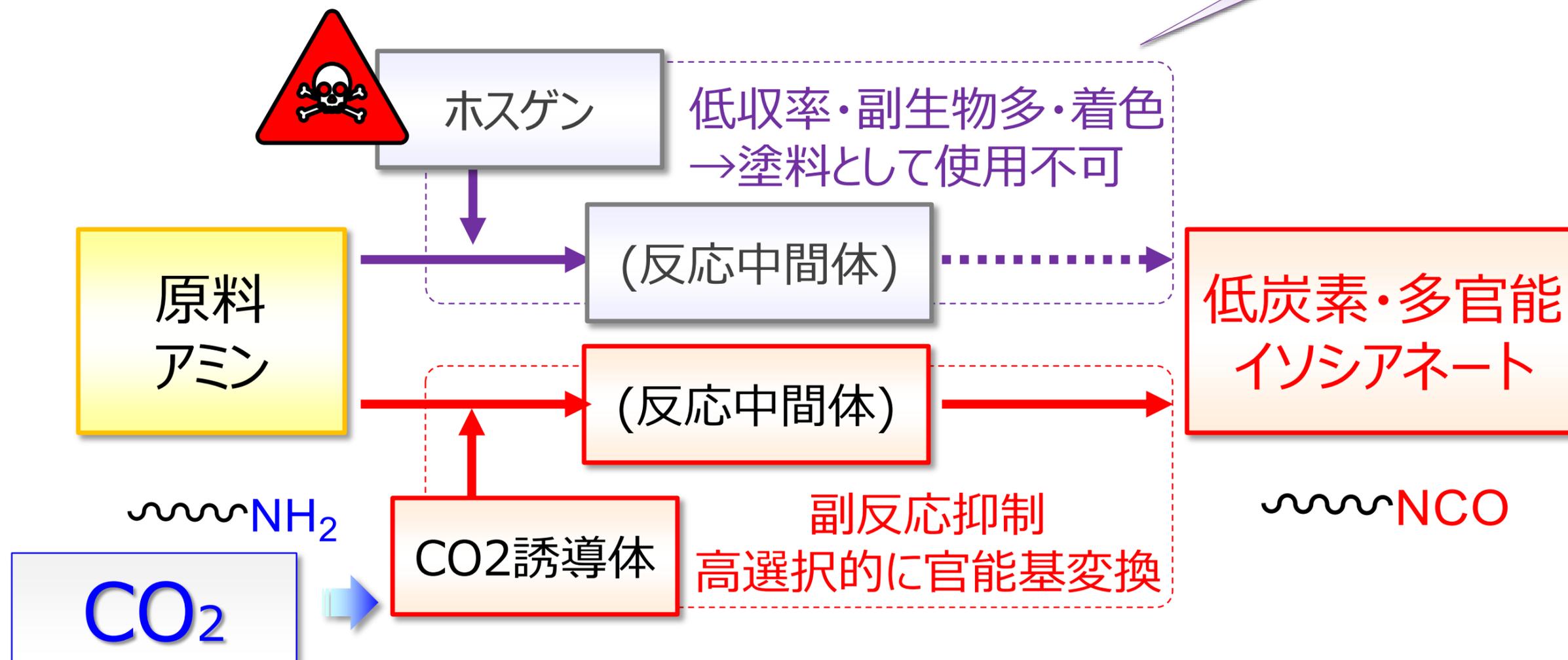
✓ 多官能イソシアネートはホスゲン法では製造困難

高活性ゆえ反応制御困難・着色成分が副生

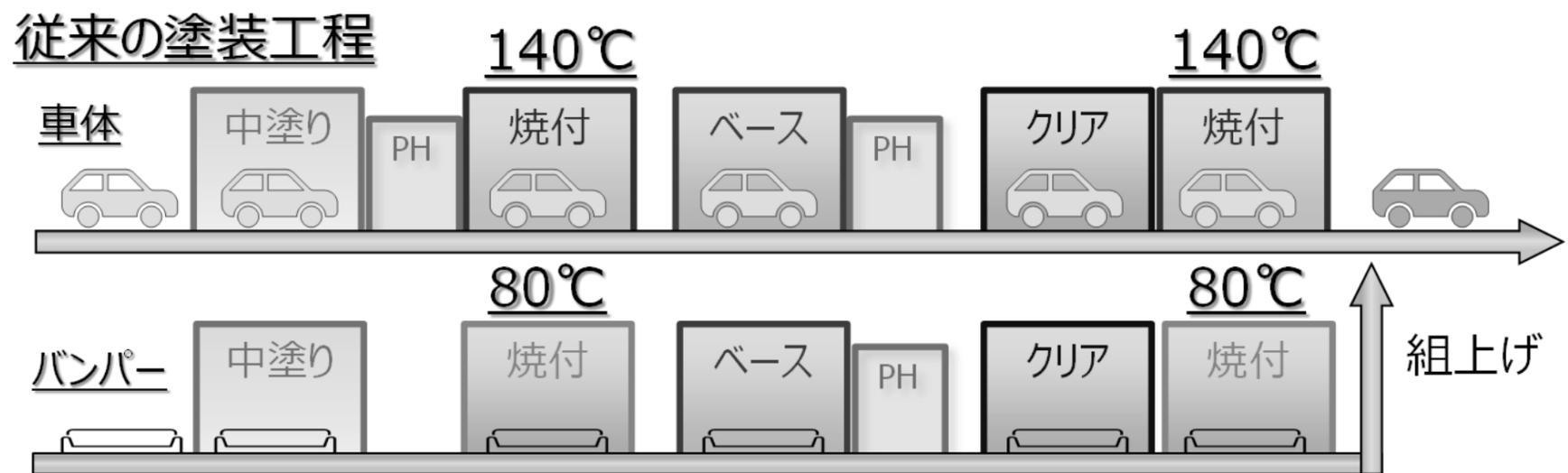


✓ CO<sub>2</sub>誘導体を原料とした非ホスゲン法製造技術に着目

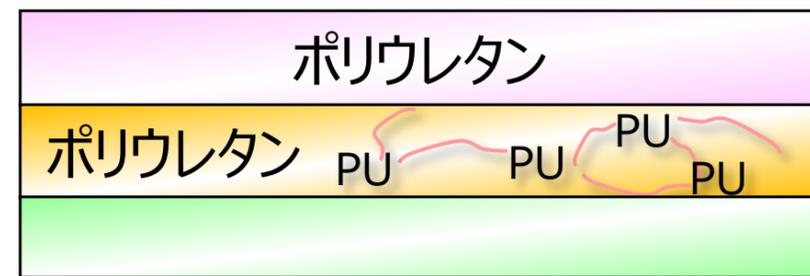
ホスゲン法による多官能イソシアネート



## 自動車塗装工程の省エネ・CO<sub>2</sub>排出量削減に貢献する 低炭素コーティング材料の開発 (多官能・非ホスゲン法イソシアネート)



本提案が目指す  
複層塗膜一体硬化システム



- ✓ クリア層とベース層を低温で一体硬化
- ✓ 焼付低温化と塗装工程数削減により省エネ・CO<sub>2</sub>削減



担当	年度	NEDO助成期間			2021~2025	2026
		2018	2019	2020		
旭化成 (株)	イソシアネートの 選定・設計確立	合成条件技術確立				
	性能確立評価	塗膜性能評価・最適化				
	製造プロセス 開発	基礎データ・外部委託・ベンチ評価				
	性能見極め スペック確立	不純物分析、定性・定量評価			製造工程詳細設計	
	商業設備 設計・建設					
	上市・事業化					

### ■ ターゲットとした新規イソシアネートの設計

- ✓ 多官能NCO ( $n \geq 2$ )
- ✓ アミノ酸を原料にしたイソシアネートも合成 (バイオ原料由来のサステナブルな材料)



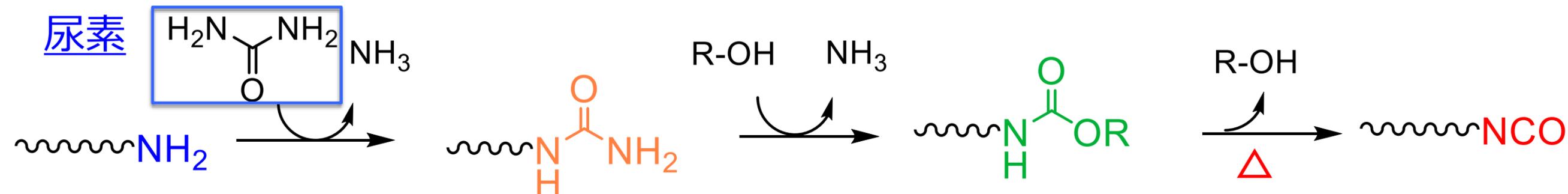
### ■ 弊社が開発した新規イソシアネート製法



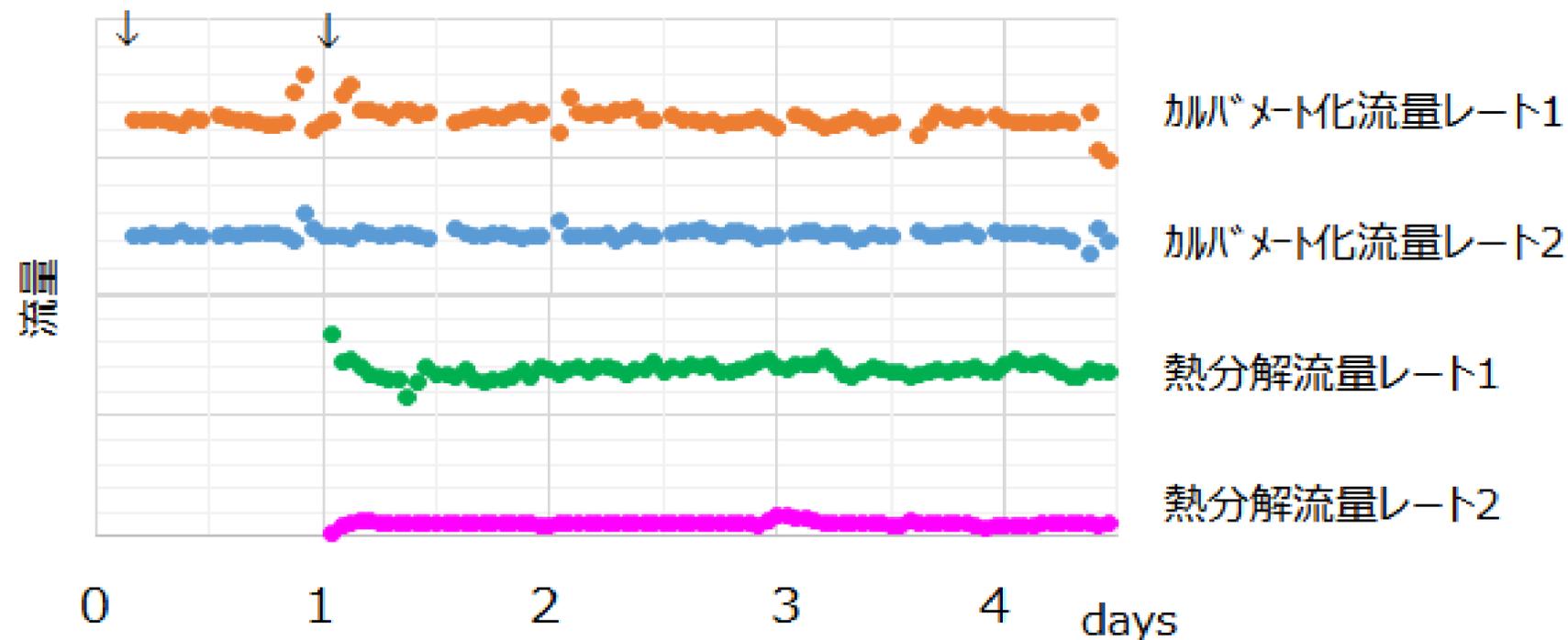
- ✓ CO<sub>2</sub>誘導体をカルボニル源とし中間体を与えた後、熱分解によりイソシアネート化  
CCU\* の観点からも有用な製法
- ✓ 各工程条件を最適化し、高沸・低沸分離・精留により各種化合物の単離に成功

### ■ 弊社ベンチ実験設備を用いた連続運転技術の確立

- ✓ CO<sub>2</sub>誘導体である**尿素**を原料に用いたカルバメート化反応系を確立
- ✓ 弊社ベンチ設備で開発品1の連続合成運転を実施・精製 → **無色透明の製品を回収することに成功**



加バメート化 熱分解  
運転開始 運転開始



**開発品1  
製造品**



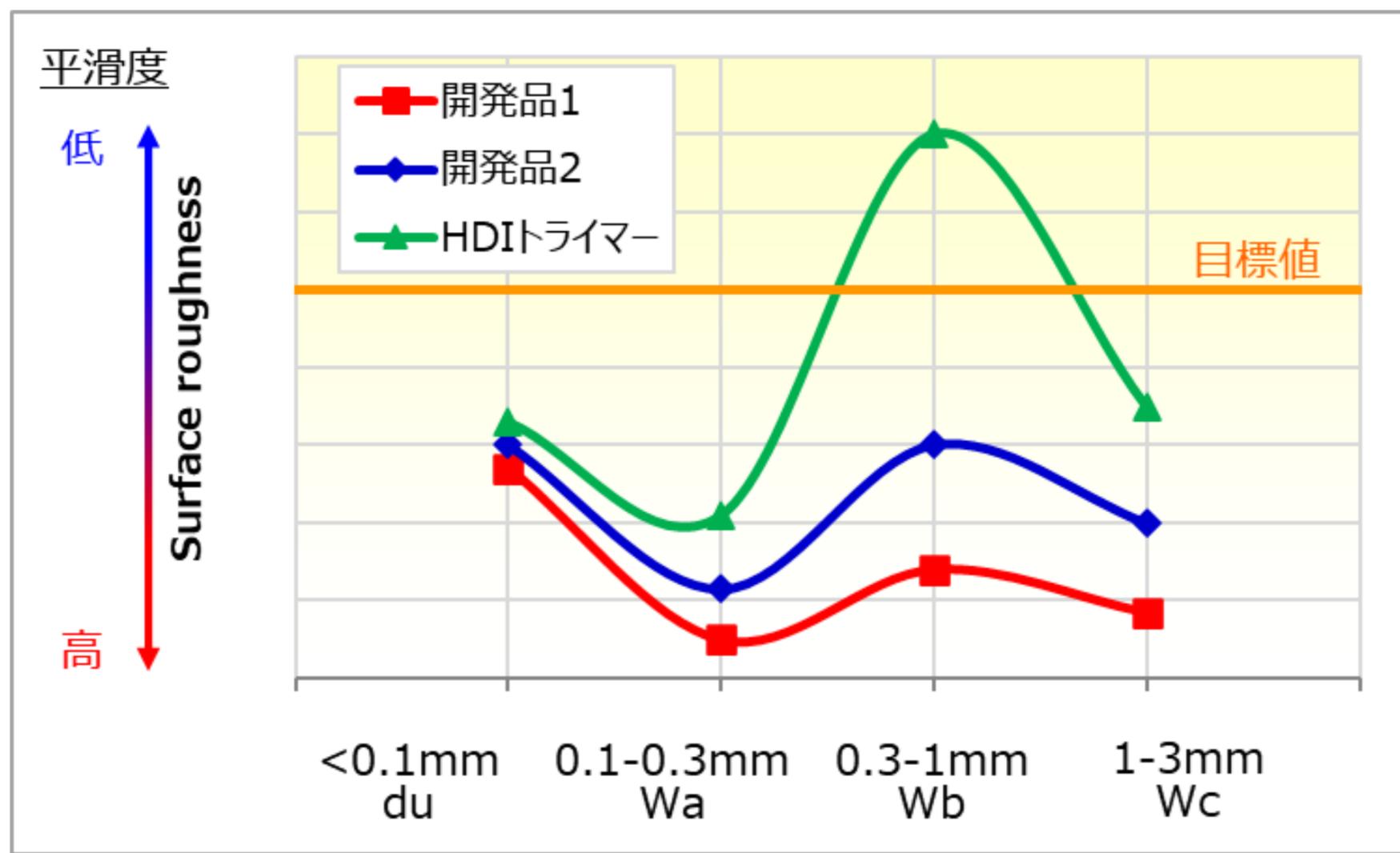
(参考)ホスゲン法による製品



## ■ 開発製品を用いた塗膜性能確立

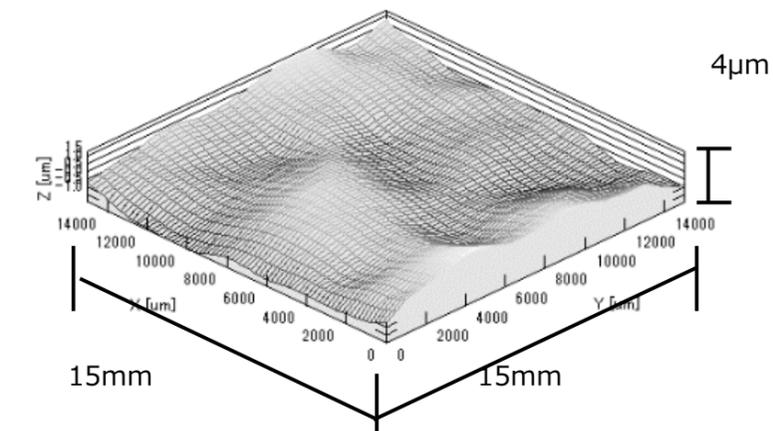
### (1) 塗膜平滑性

開発製品を用いた塗膜は高い平滑性を発現

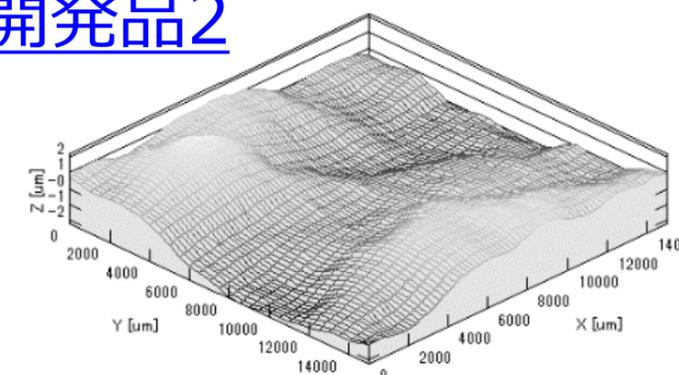


アクリルポリオール／硬化剤 (NCO／OH = 1) 乾燥膜厚40μm塗装

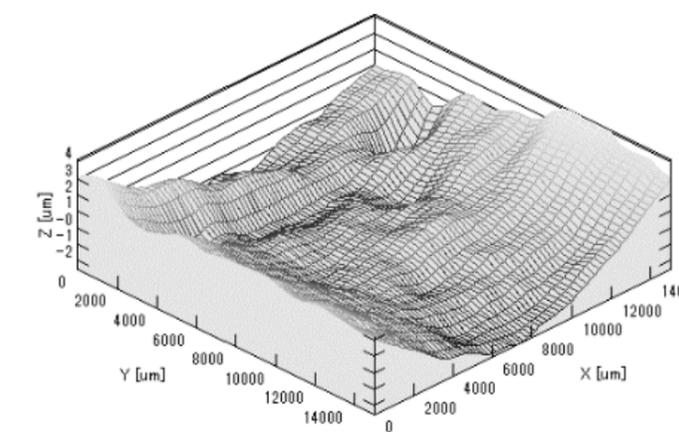
### 開発品1



### 開発品2



### HDI\*トライマー

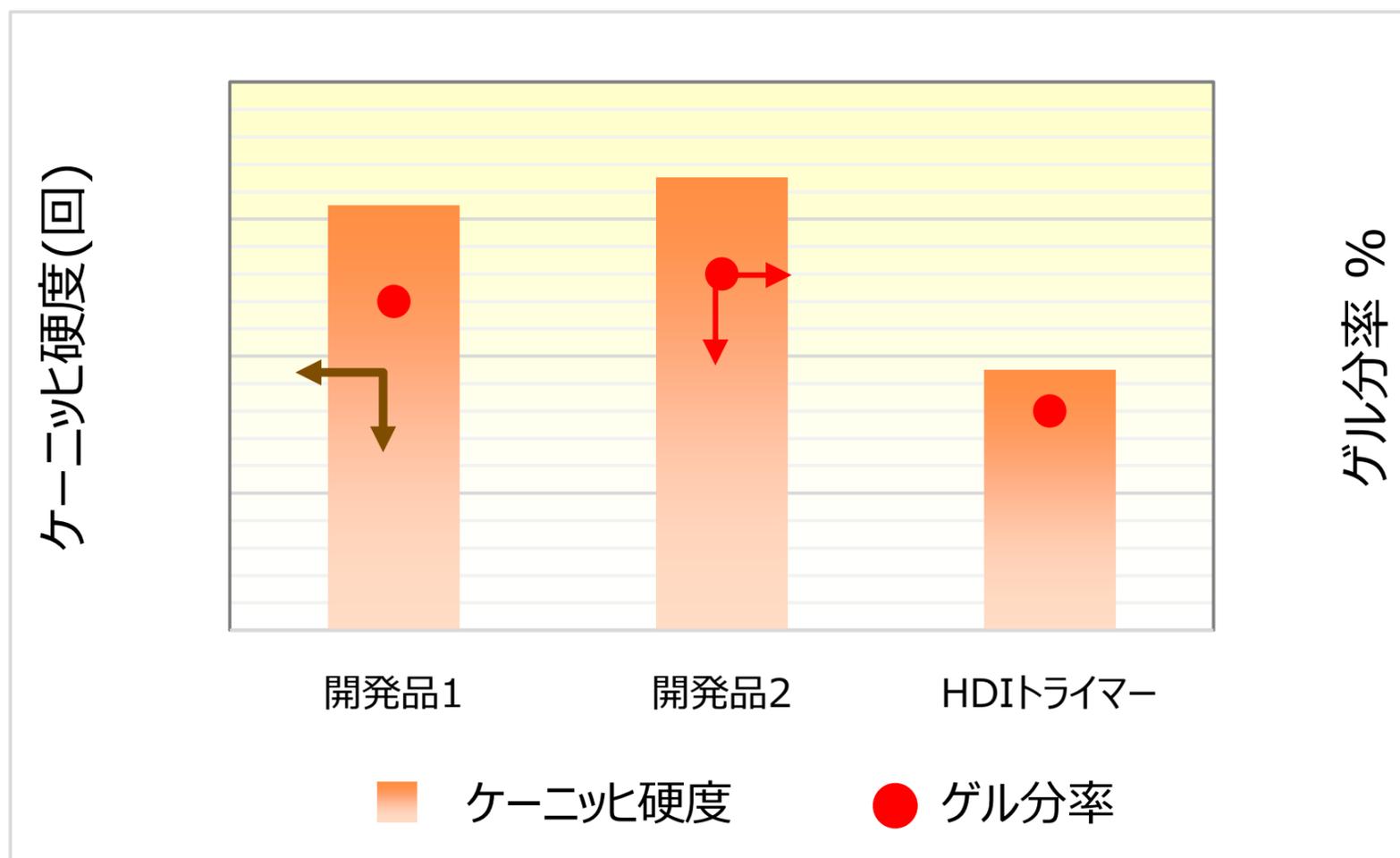


\*Hexamethylene diisocyanate

### ■ 開発製品を用いた塗膜性能確立

#### (2) 塗膜硬度

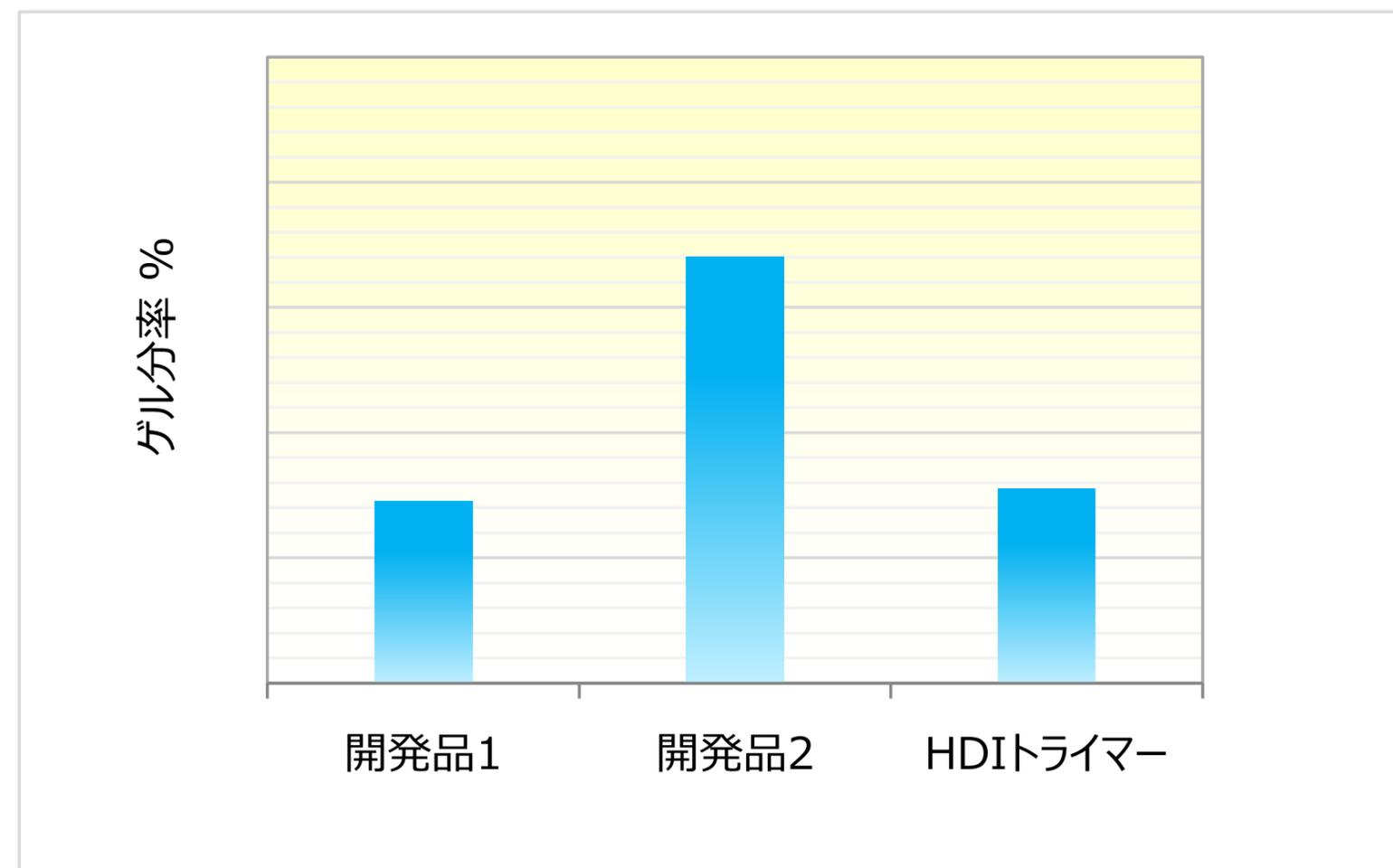
標準品に対しておよそ1.5倍の硬度を発現



第1層：アクリルポリオール20 $\mu$ m塗装→80 $^{\circ}$ C×5分乾燥  
 第2層：アクリルポリオール／硬化剤  
 膜厚60 $\mu$ m→80 $^{\circ}$ C×30分乾燥

#### (3) 初期硬化性

開発品1はHDIトリアイマーと同等  
 開発品2はHDIトリアイマーの2倍の硬化度を発現

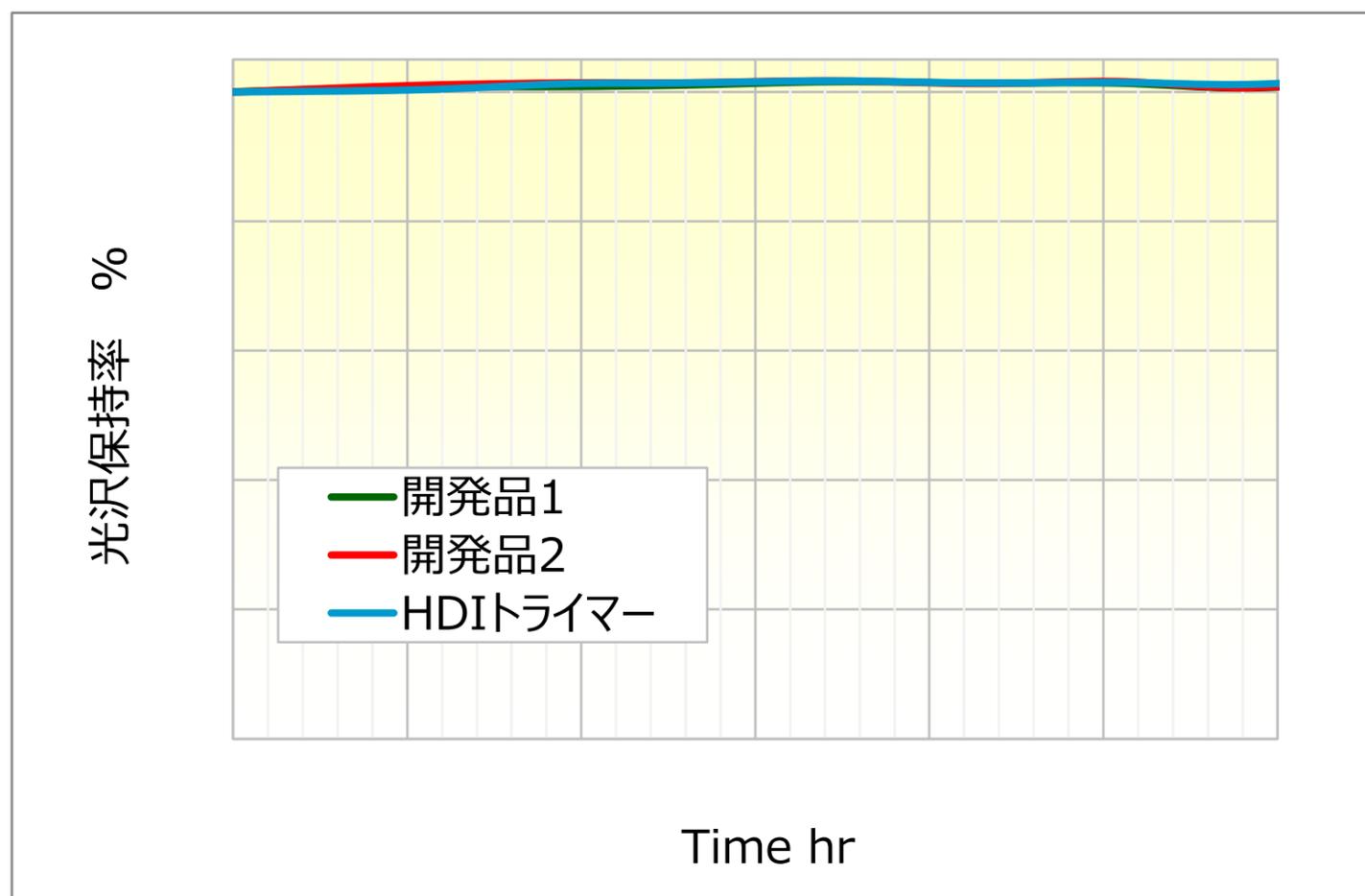


アクリルポリオール／硬化剤 (NCO／OHモル比 = 1.0)  
 乾燥膜厚40 $\mu$ m塗装→23 $^{\circ}$ C乾燥

### ■ 開発製品を用いた塗膜性能確立

#### (4) 耐候性

開発品1・2ともにHDIトリアマーと同等の耐候性を確認



(JIS K 5600\_7\_8 に準拠した促進耐候性試験 (DPW) で評価)

#### (5) ポットライフ (塗料貯蔵安定性)

ポットライフはHDIトリアマーと同等  
→ 従来品と同様にハンドリング可能

	塗料粘度	
	配合直後	40°C * 5hr後の増粘率 (配合直後基準)
開発品1	○(問題なし) STD * 1.2倍	○(問題なし) 1.8倍
HDIトリアマー	STD	○(問題なし) 1.8倍

※ 開発と並行して行っているサンプルワークユーザーからもポットライフに関する問題の指摘は無い

全体計画	到達レベル
<p>低温焼付(80℃～100℃)で十分な硬度の塗膜を形成する新規なイソシアネートの開発</p>	<p><b>【達成】</b> 低温硬化可能な非ホスゲン法イソシアネート2種の創出に成功。 無色透明の材料で自動車クリア塗料に適用可能。 低温硬化が可能な物性発現を確認。</p>
個別研究項目	到達レベル
<p>1. 新規イソシアネート設計確立</p>	<p><b>【達成】</b> 開発品1・開発品2はラボレベルでの合成・単離に成功。 開発品1を中心に開発を進め、製品安全評価も対応済。</p>
<p>2. 性能確立</p>	<p><b>【達成】</b> いずれの項目も標準品(HDIトリアマー)以上となる物性を示すことを確認。</p>
<p>3. スペック確立</p>	<p><b>【達成】</b> CO2誘導体をカルボニル源とした製法の標準スペックを決定。</p>
<p>4. 製造プロセスの確立</p>	<p><b>【達成】</b> 反応速度評価など実機設計データを採取。 外部委託製造スケールアップに成功。</p>

指標A：単位当たりの省エネルギー効果量 **0.0538 kL/台**

指標B：2026年、2030年時点の市場導入(普及)量

	2026年		2030年	
	国内	国外※2	国内※1	国外※2
指標A (効果量) [L/台]	53	-	53	-
指標B (導入量) [万台]	52	-	198	-
省エネルギー効果量 [kL/年]	2.8万	-	10.6万	

**30万t-CO<sub>2</sub>  
削減に相当**

※1 本提案技術のイソシアネート製造過程の省エネルギー量は未算入。

※2 国外展開可能であるが、現時点では詳細調査中。

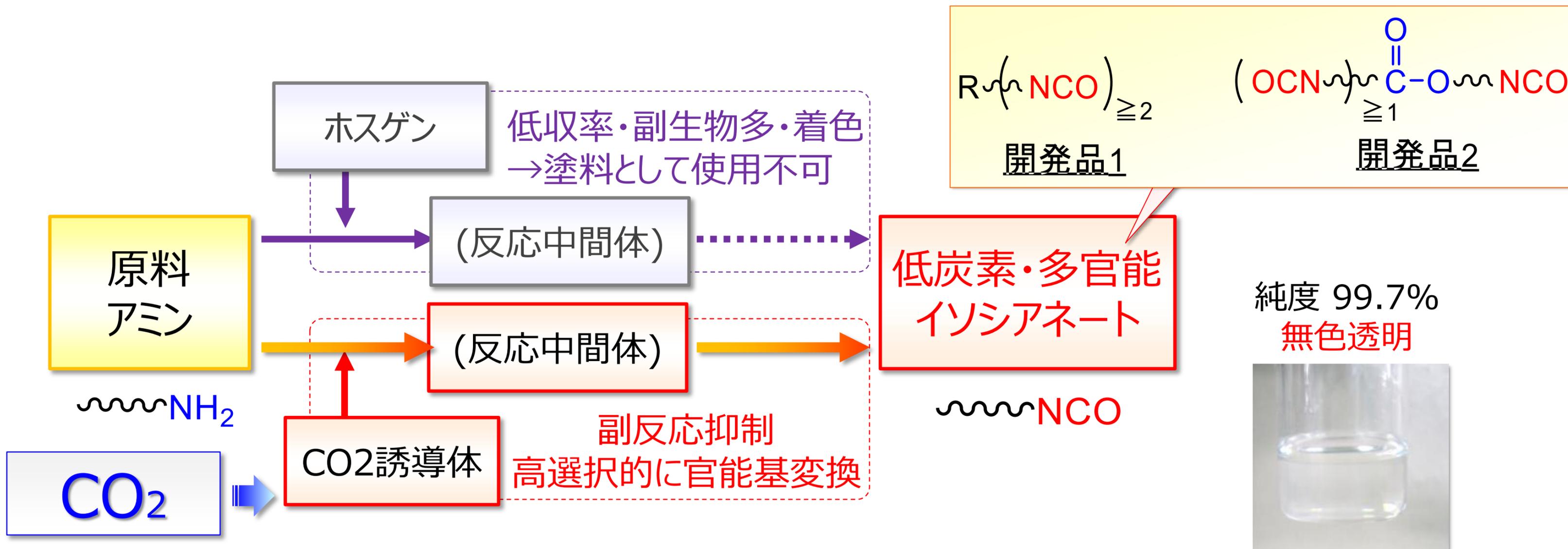
## ■ 製造プロセス詳細設計

- ✓ 製造プロセスのブラッシュアップ、連続運転評価
- ✓ 尿素をカルボニル源とした製造プロセス詳細設計
- ✓ 商業設備設計に必要なエンジニアリングデータ取得

## ■ 事業化検討

- ✓ 事業化に向けたフィジビリティスタディ
- ✓ サンプルワークによる市場調査
- ✓ 製品特長を活かした用途検討

- ✓ CO<sub>2</sub>誘導体(尿素など)を原料とした無色透明の非ホスゲン法多官能イソシアネート「**低炭素コーティング材料**」および **当該イソシアネート製造技術の創出**に成功
- ✓ 本製品を自動車塗料向けクリア塗料に使用することにより、高い塗膜品質を保持したまま低温硬化させることが可能



## 昨日まで世界になかったものを。

私たち旭化成グループの使命。

それは、いつの時代でも世界の人びとが“いのち”を育み、  
より豊かな“暮らし”を実現できるよう、最善を尽くすこと。

創業以来変わらぬ人類貢献への想いを胸に、

次の時代へ大胆に伝えていくために—。

私たちは、“昨日まで世界になかったものを”創造し続けます。

