

「炭素繊維リサイクルの事業化」共同研究プロジェクト 成果発表資料

研究期間：平成26年11月21日～平成29年3月31日(3年間)

研究者代表：(株)新菱
共同研究者：同志社大学
(株)フコク

【目次】

I	企業概要	3~5
II	炭素繊維リサイクル概要	6~8
III	共同研究PJの課題及び結果	9~10
IV	廃材排出状況について	11~12
V	試作設備による本格設備仕様検討	13~15
VI	出口用途開発	16~18
VII	今後の取り進め	19~20

I 企業概要

会社名：株式会社 新菱(しんりょう)

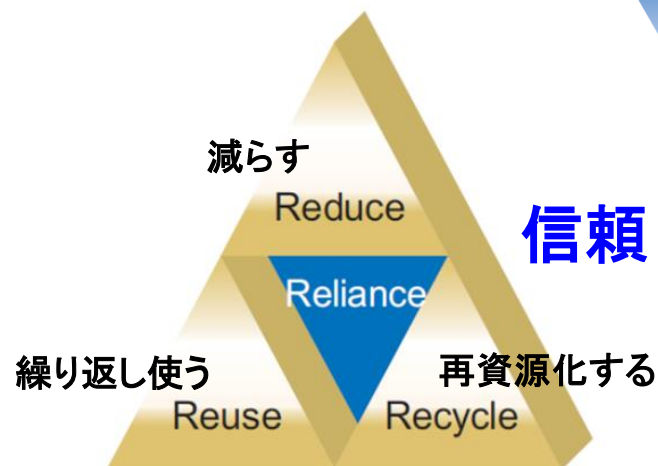
本社：福岡県北九州市

設立：1964年(昭和39年)

株主：三菱ケミカル 100%

資本金：5億円

社員数：900名(グループ合計)



主な事業：

1. リサイクル・ファイン事業

- ・化学産業からの廃棄物リサイクル、中間処理
- ・ファインケミカル：化学品の製造、化粧品原料の製造販売

2. エレクトロニクス事業

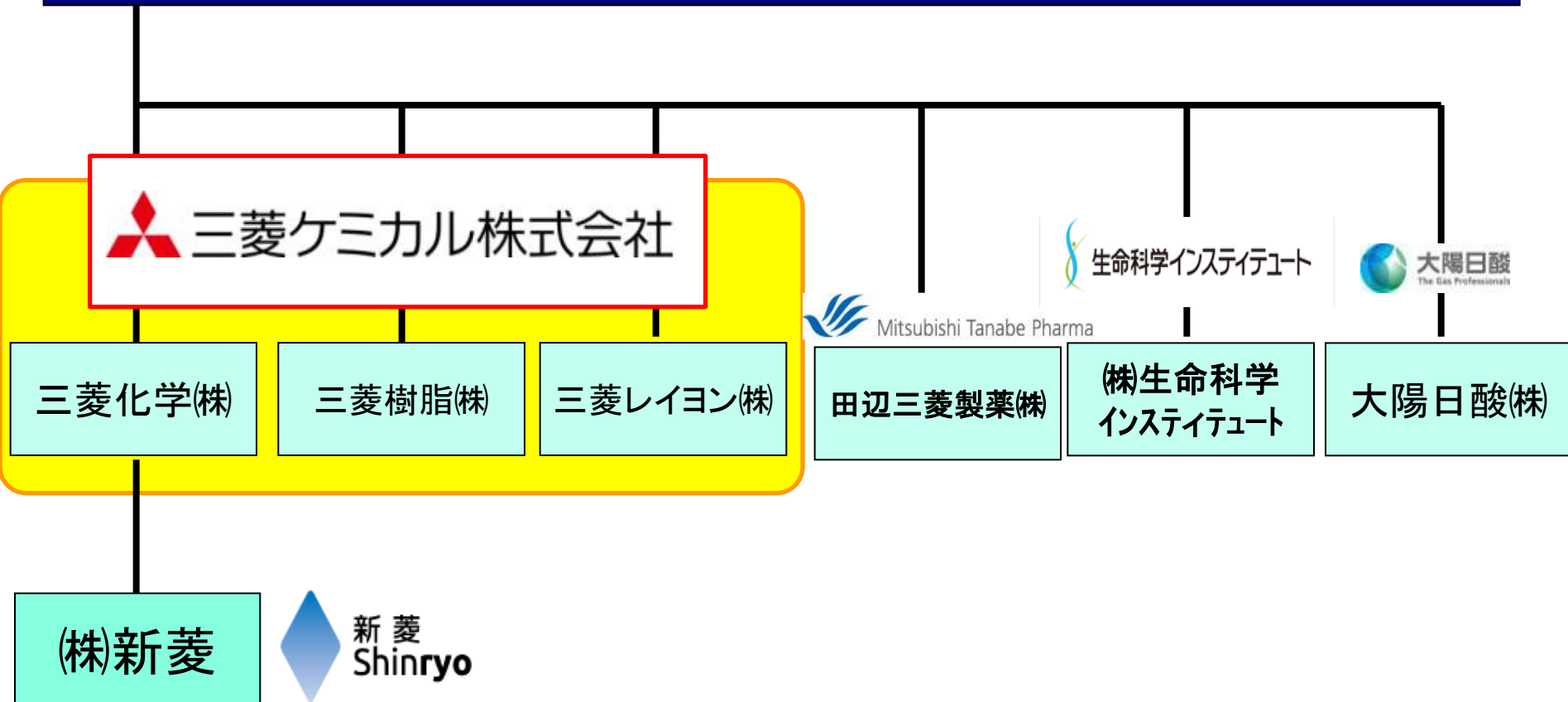
- ・半導体・液晶製造装置部品の精密洗浄
- ・Siウエハ再生、表面加工、電子部品メッキ

「3R」を基本理念とし、様々な事業分野に展開

(株)三菱ケミカルホールディングスの組織概要

 Mitsubishi Chemical Holdings Corporation

(株)三菱ケミカルホールディングス(MCHC)



新菱グループ拠点一覧

北九州地区

● 本社

<三菱ケミカル黒崎事業所内>

- ウィン再生工場
- 焼却炉、蒸留・合成プラント
- 新規事業創成館
- CF/PVリサイクル実証工場

- 開発センター
- 福岡工場
- 電子加工品部
- 二島工場
- リサイクルテック

海外拠点

中国

華菱科技
(蘇州)

台湾

● 太洋新技
(新竹)

北九州地区

熊本工場

国分営業所

高知工場

● 三重工場

● リサイクルテック

三重地区

北陸営業所

山形工場

岩手工場

- リサイクル・ファイン事業部門
- エレクトロニクス事業部門

Ⅱ 炭素繊維リサイクル概要

炭素繊維の用途（三菱ケミカルグループ）



新菱 CFリサイクル事業 背景

	スチール	アルミ	炭素繊維	再生CF
製造エネルギー(MJ/kg)	23	205	286	46
CO2排出量(kg-CO2/kg)	1.8	11	22.4	2.1*

* 炭素繊維協会データを弊社条件にて見直し

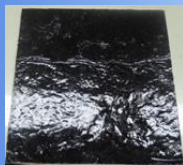
- CFメーカーの「三菱ケミカル」と3Rに通じた「新菱」でCFリサイクル事業化を共同推進
- 廃CFRPの材料リサイクルによる環境負荷の軽減
- 以下に記載の性能向上・機能付与のコストパフォーマンスに優れる
 - ・強度・弾性率の向上
 - ・電気伝導性、熱伝導性の付与
 - ・耐疲労性、耐クリープ性
 - ・摺動性、耐摩耗性
 - ・寸法安定性



炭素繊維リサイクルについて（強み）

- CF～リサイクル～再加工の一貫した製品/技術チェーン
- 産廃処理業・収集運搬業の資格と長年の経験を保有
- 連続パイロット設備を用いたリサイクルの運転・品質検証

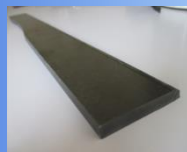
廃SMC/CFRP
廃SMC/PPGシート



廃SMCシート



廃SMC成型品



廃CFRP成型品

リサイクルCF



カットファイバー



チョップドファイバー

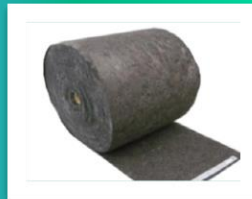


ミルトファイバー

リサイクル
設備

カード
SMC
コンパウンド

中間製品



不織布



スタンパブルシート



SMC中間材



CFペレット

成型品



マット

プレス成型
射出成型

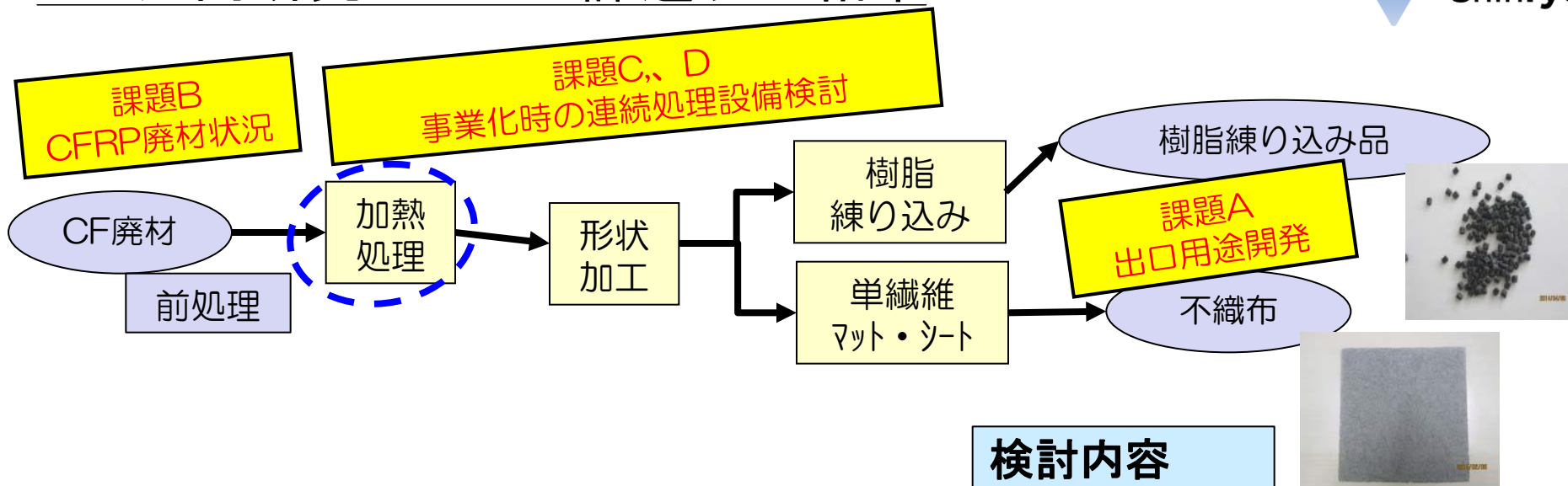


シート/フロア



射出成型品

Ⅲ 共同研究プロジェクト課題及び結果



【課題A】：用途開発の企業向けRCF供給 —— ・様々な新規用途開発(コンパウンド、不織布)

【課題B】：廃材排出状況及び含有障害成分対応 —— ・廃排出先調査、排ガス除害検討

【課題C】：本格設備のプロセス設計 —— ・バッチ及び連続モデル炉実験にて設計し見積り

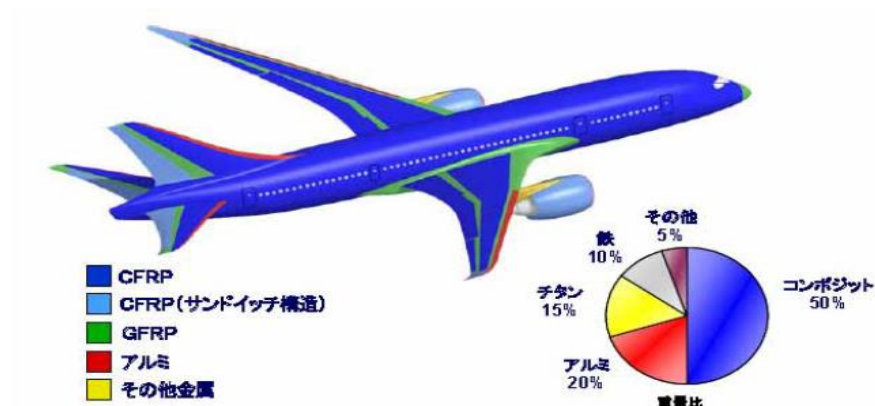
【課題D】：処理プロセス全体の最適化 —— ・前処理の可否 ・2次処理条件検討(加熱媒体、温度、時間、酸素濃度⇒強度、残渣等) ・処理コスト

【課題E】：再生処理技術の差異化、新規性 —— ・CF分離技術、再生CFの品質改善
・低コスト化:(PVリサイクル)との一括運営

共同研究PJの結果纏め

	課題	結果
入口	(課題B) ①CFRP廃材 排出状況 ②含有障害成分対応	<ul style="list-style-type: none">・航空機廃材は国内1000t/y以上 早期のリサイクル事業待たれる。・スクラバーで除去可能
処理 技術	(// C) 本格設備 (// D) プロセス最適化	<ul style="list-style-type: none">・本格設備設計ほぼ目途着く。 500t/yで@1000円↓・繊維強度80%確保可能・射出成型品強度シミュレーションで製品管理可能(同大)
出口	(// A) 用途先サンプル提供	<ul style="list-style-type: none">・家電、車用途先へ提供中 高CF濃度マスターバッチで提供
新規性 他	(// E) 新規、差異化	<ul style="list-style-type: none">・顧客要求に合わせて残渣成分をコントロール・事業早期化の為にPVリサイクルと一括 運営を目指し、合わせて低コスト実現可能

IV CFRP廃材状況について



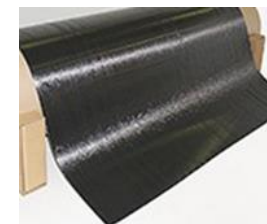
◆板状 (CFRP)



◆シート状 (PP)



◆ロール状 (PP)

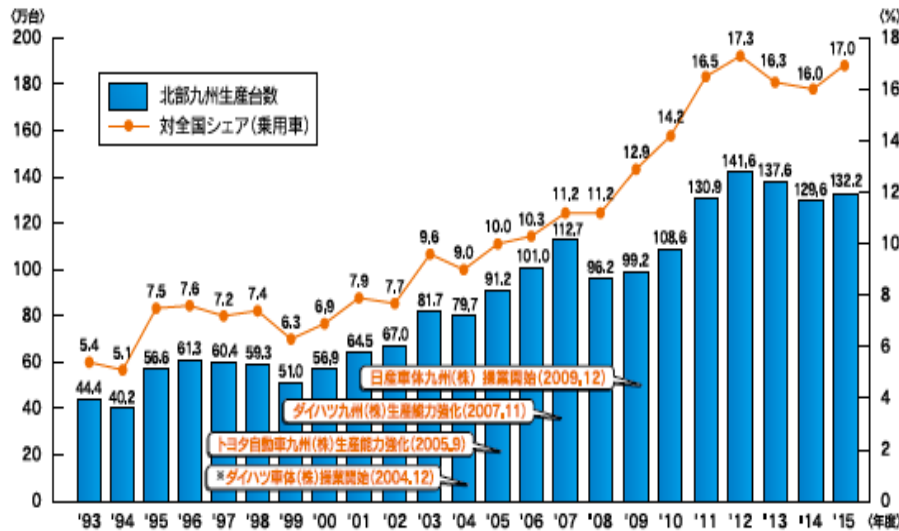


*画像はイメージ

CFRP廃材は国内でも1000t/y以上が発生しており
産廃処理となっている。
早期のリサイクル事業化を望まれている。
近い将来はこれに自動車用途が加わる。

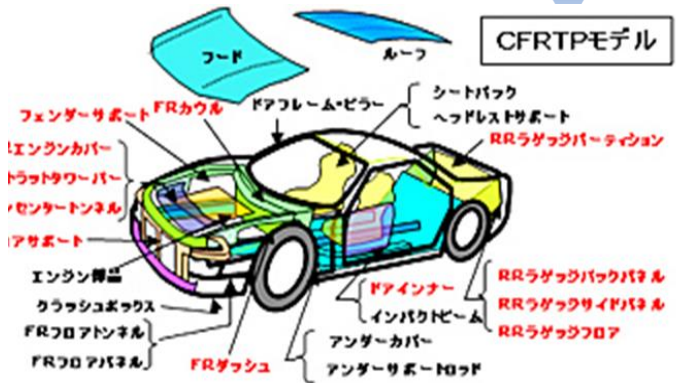
自動車県福岡⇒低燃費の為炭素繊維の
大量使用時代の到来⇒大量の廃棄CF発生⇒
きちんとリサイクル出来る体制が必要。

北部九州自動車生産の推移



北部九州生産台数130万台の10%の車種
に10%の重量%のCFが使われ歩留が
20~30%とすれば廃CFは

$130万台 \times 1.4t/台 \times 0.1 \times 0.1 \times 0.2 = 3600t/y$
が発生する。これに廃車からのCFがさらに加わる。



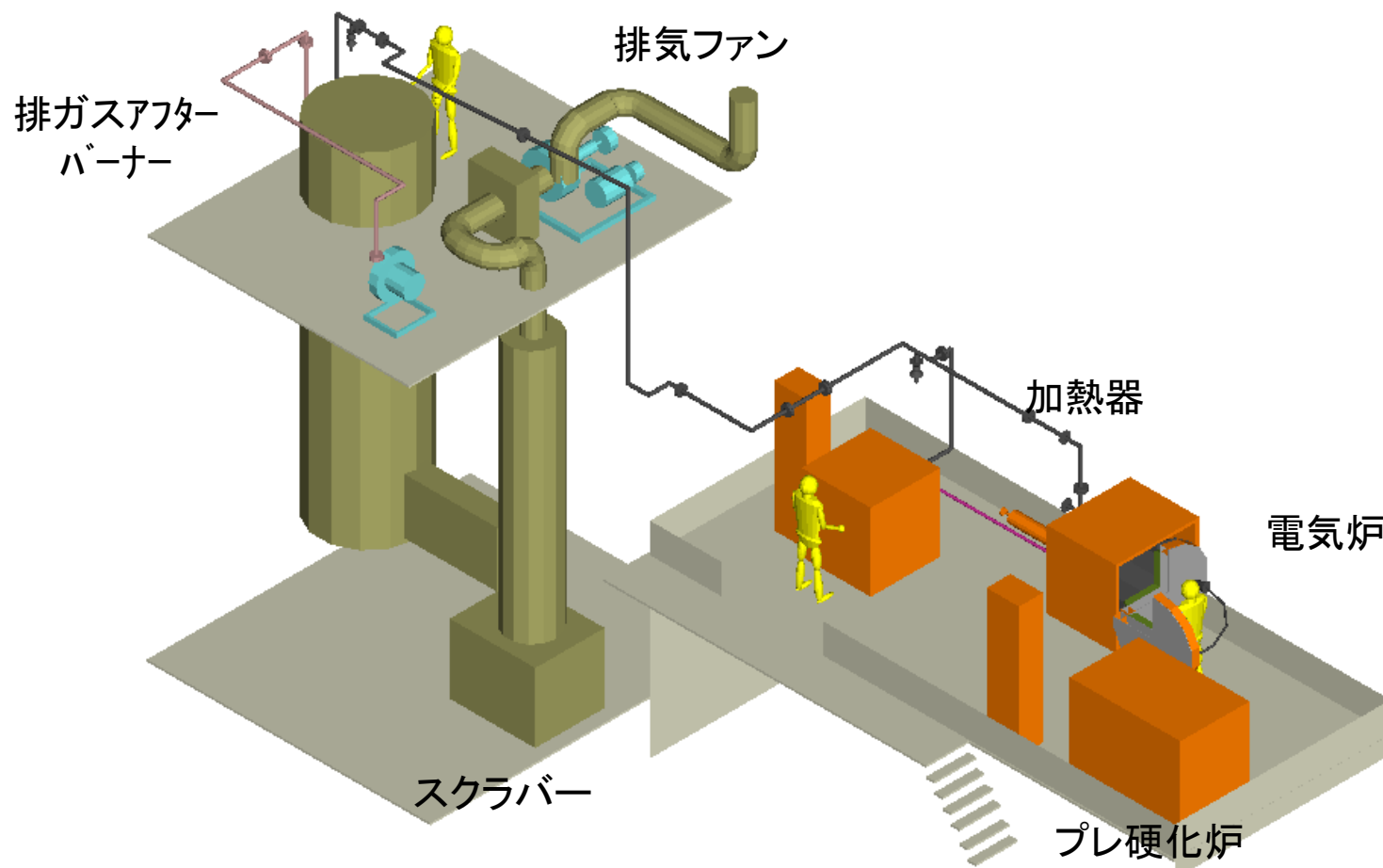
北部九州における自動車産業の集積と交通インフラ



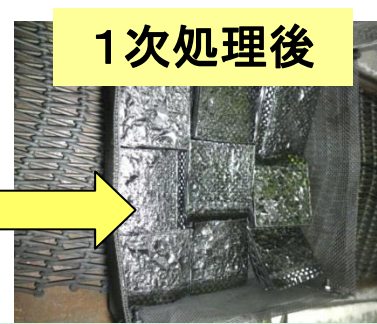
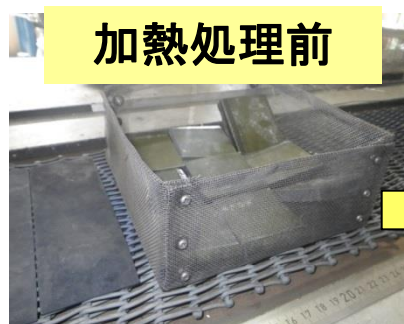
(出所)福岡県「北部九州自動車150万台先進生産拠点プロジェクト」資料

V 試作設備による本格設備仕様検討

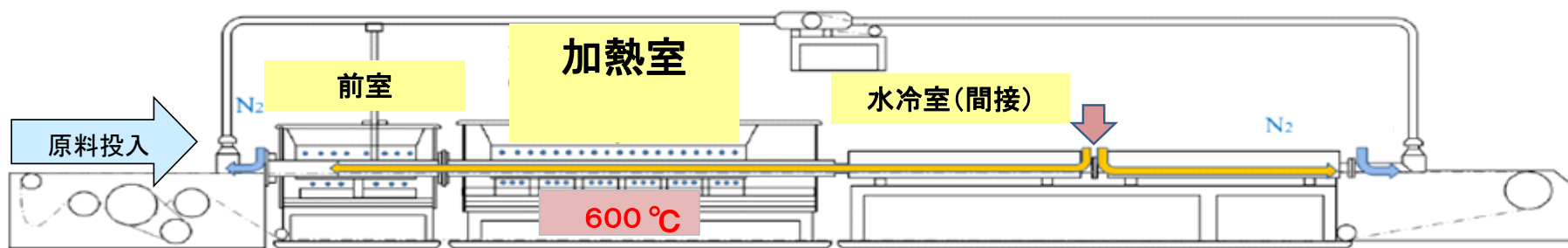
(1) バッチ炉: リサイクル処理試作設備



(2) 連続炉

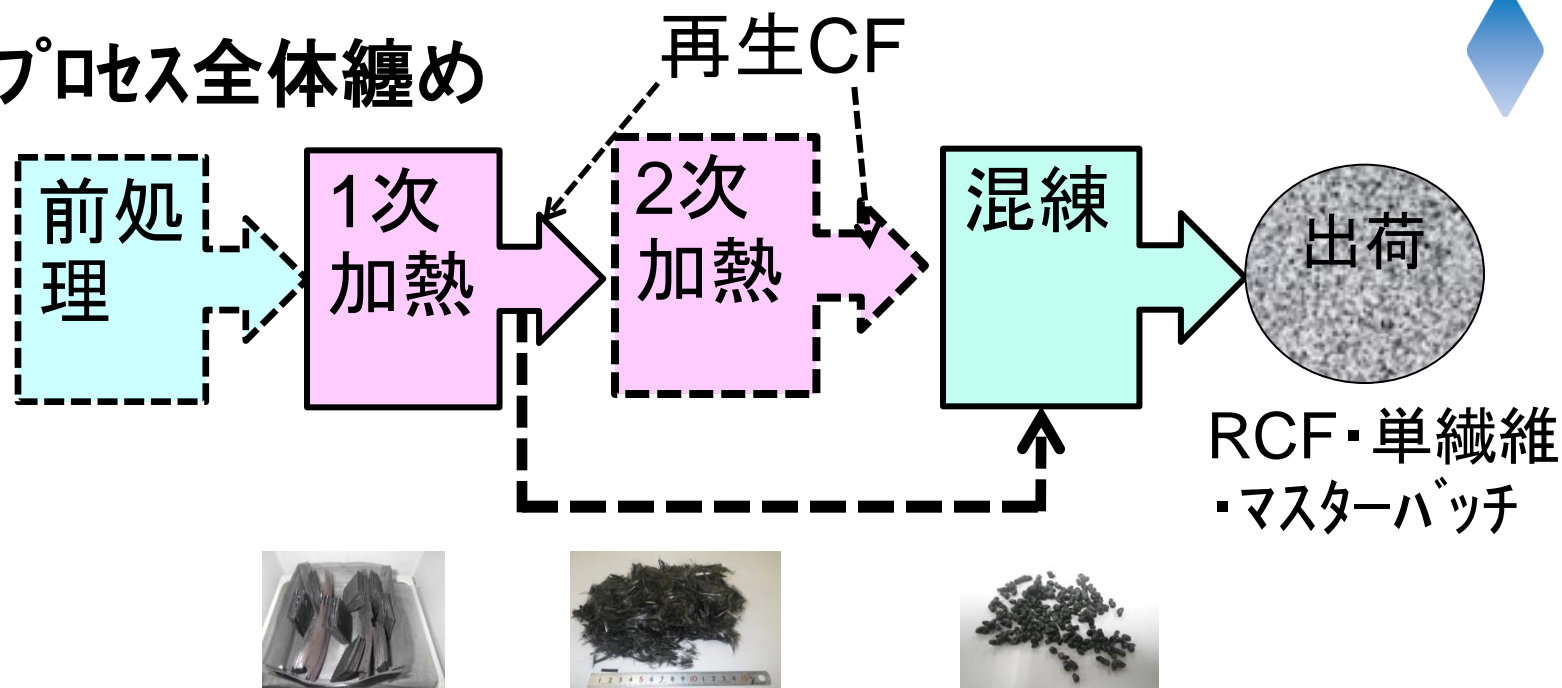


樹脂除去率を確認



バッチ炉及び連続炉を併用し加熱炉設計データを収集した。
⇒原料形状、処理温度、時間、酸素濃度⇒樹脂残渣、強度

(3) プロセス全体纏め



* 加熱炉イメージ

項目	1次加熱	2次加熱
処理温度	600℃	600℃
// 時間	30~50分	20~30分
雰囲気ガス	不活性ガス	大気
		* 要求品質による

VI 出口用途の展開⇒CF普及加速を再生CFがバックアップ

社会トレンド	再生CFの出口用途	
省資・省エネ社会 低CO2社会	家電分野： 省電力、軽量、低騒音化	自動車分野： 各種部品、3Dプリンター車    <p>コンパウンド部品 LEDライトバックカバー</p>
サステイナブル快適社会	音響分野	航空機分野⇒内装材 
高齢化社会 労働人口減少社会	高齢者モビリティ 	医療リハビリ器具 介護ロボット⇒軽量化  
天災不安 ↓ CFの機能商品	運輸・サービス分野  <p>軽量・導電 コンテナ</p>  <p>PC筐体</p>	電磁波遮蔽マット  <p>電磁波防止</p> <p>建材分野 電磁波防止・高強度壁材</p>

CF安価大量使用時代の到来
↓
機能と価格が勝負所

(5)コンパウンド技術—射出成形品の強度予測について

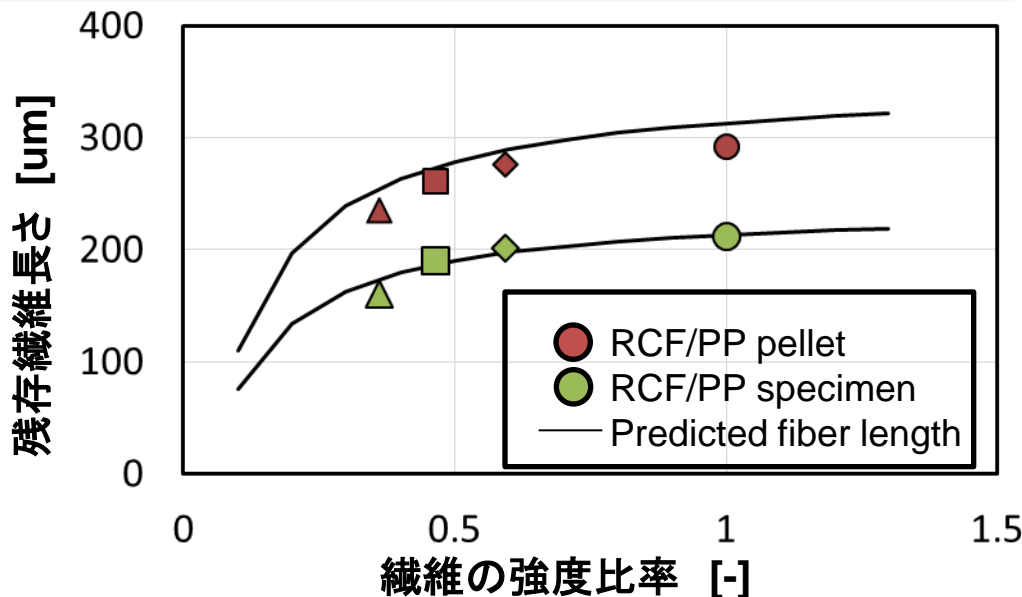
射出成形までをまとめた予測式

再生CFの強度計測すれば成形品強度も予測可能

$$L_w = L_0 * \exp(-k \Delta SME) * \exp(-k_1 * SME_1 - k_2 * SME_{injection})$$

SMEを一定とすれば、炭素繊維の強度低下に伴う射出成形品内の残存繊維長の予測式となる。

リサイクルに伴う強度低下率に対する残存繊維長



二軸での製造条件
 ・バレル温度200°C,
 ・スクリー回転数150rpm
 ⇒ $SME_1 = 0.44$

Pellet ; $k_2 * SME_{injection} = 0$
 射出成形品 : $k_2 * SME_{injection} = 1.7$

⇒ 射出成形品内の繊維長予測においても、測定値と一致している。

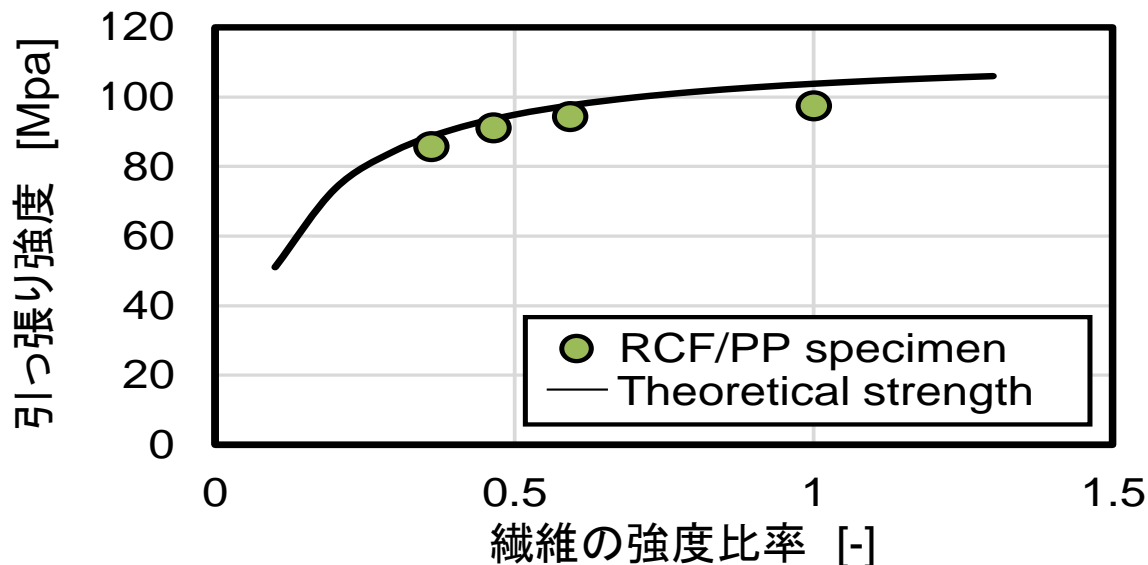


・合成曲線を用いることで、射出成形品の残存繊維長を予測することが可能になった。



強度の予測を試みる

引張強度の予測結果 -RCF/PPコンパウンド

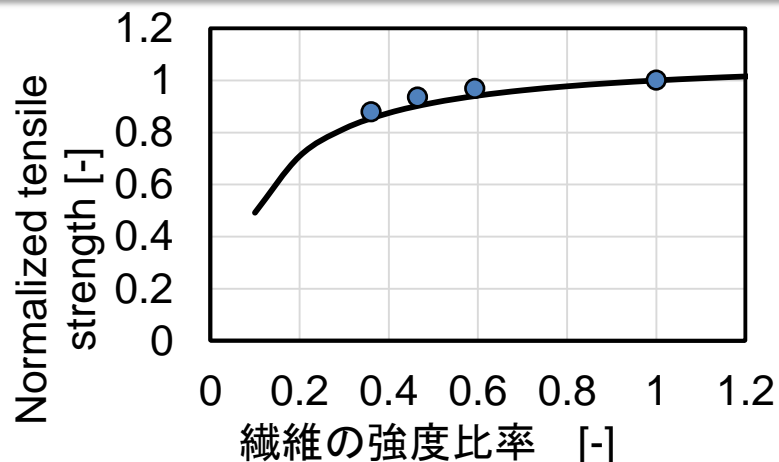


予測された引張強度は
測定値と一致している

リサイクル工程に伴うRCFの強度から、それを用いた射出成形品の繊維長を予測でき、その結果、成形品の強度を予測できる

あまりバージンCF品質を追求するよりも(コンパウンドでの強度低下は少なく)再生コストを追求すべき。

オリジナル炭素繊維を基準に、強度低下率を規格化



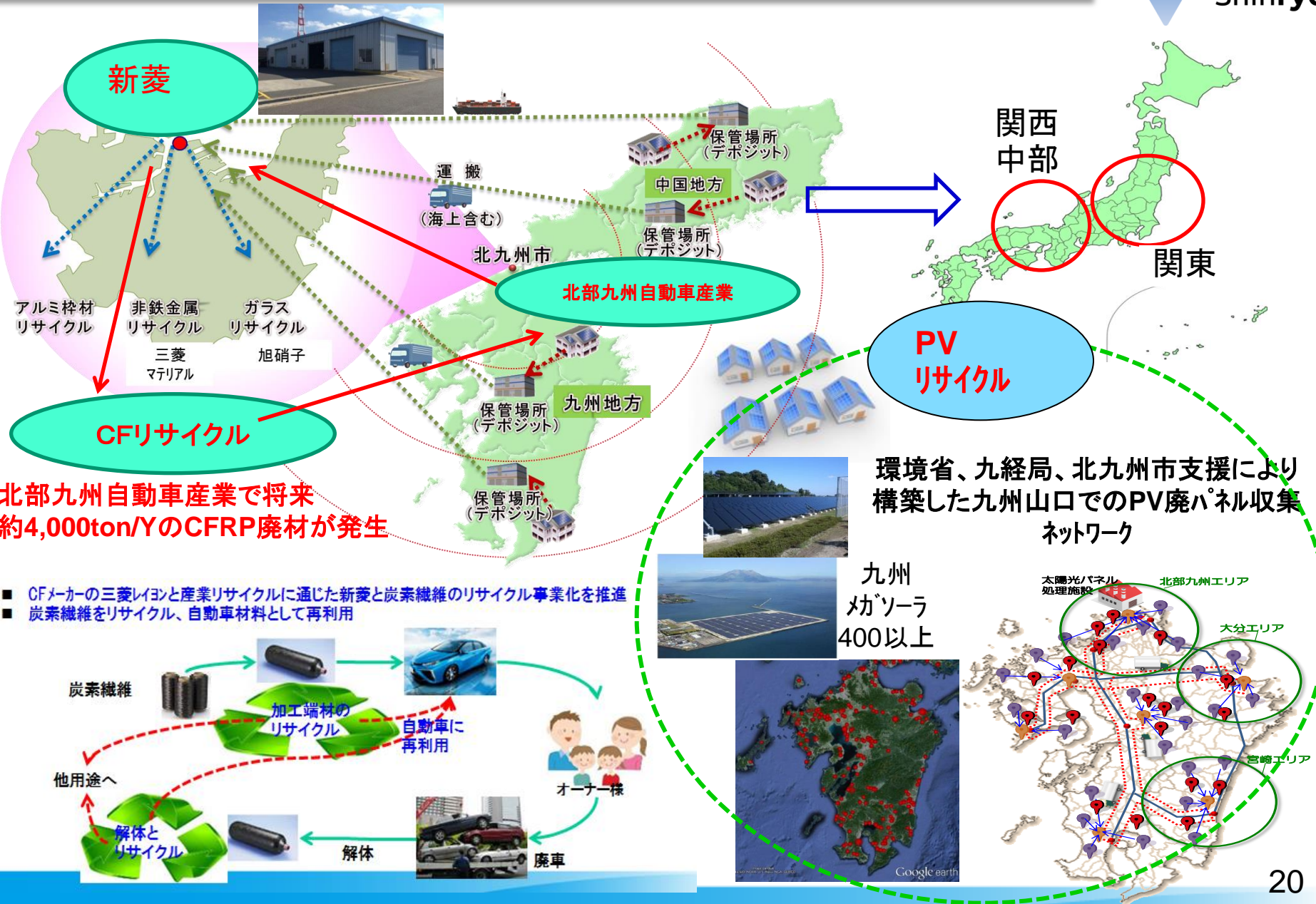
リサイクル工程において
炭素繊維の強度が仮に50%低下しても
⇒成形品の強度の低下率は、8.5%の低下

品質保証の観点から、
再生炭素繊維の強度を測定することで、
成形品の強度を保証できる。

VII 今後の取り組み

項目	内容	要点	スケジュール
入口	①原料廃材の確保	・航空機 他調査	2017年2Q
工業化 技術	①本格設備詳細の確定	・材質、ライフ、運転法(デコキング、 メンテ法、廃熱回収法、付帯設備	2017年4Q
	②PV炉との共用化設計 ③品質保証方法 ④保安・安全	・連続-共用炉準備予定 ・由来不明廃材、混ざり物 ・可燃、腐食性有害分解ガス取扱い	2018年1Q 2017年継続 2017年3Q
出口 用途	①出口用途拡大 ②顧客要求品質対応 ③家電への使用促進	・サンプル提供継続 ・要求により個別対応 ・表面処理技術開発 ・家電各社用途、時期、量、品質	2017年継続
事業化	①事業化のタイミング	・PVリサイクルとの共用の線で実行 タイミング、生産能力を判断	2018年1Q

「低炭素社会の実現に向けて」CF・PVリサイクル構想



北部九州自動車産業で将来約4,000ton/YのCFRP廃材が発生

- CFメーカーの三菱レイオンと産業リサイクルに通じた新菱と炭素繊維のリサイクル事業化を推進
- 炭素繊維をリサイクル、自動車材料として再利用



3年間の共同研究プロジェクトでの御支援、
御指導ありがとうございました。

御清聴感謝申し上げます。