

NEDO省エネルギー革新技術開発事業  
先導研究フェーズ

# NEDOヒアリング

日時:平成22年9月17日(金)15:00-16:30

場所:NEDO川崎16階(受付)

## リサイクル炭素繊維の低コスト 省エネ再生技術の研究開発

カーボンファイバーリサイクル工業株式会社  
国立大学法人 岐阜大学

# 目次

- 1.炭素繊維のリサイクルの現状と問題点
2. 本研究開発の内容
- 3.本研究開発の課題とその解決策
- 4.本研究開発のスケジュール

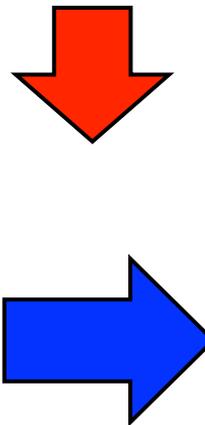
# 1. 炭素繊維のリサイクルの現状とその問題点(1)

炭素繊維強化複合材料(CFRP):  
金属材料と比較して軽量・高強度・高疲労寿命

金属に代わり, 自動車・航空機への採用が増加中



ボーイング777: 構造重量の12%



ボーイング787: 約50%に増加

# 1. 炭素繊維のリサイクルの現状とその問題点(2)

## CFRPの需要増加に伴う問題

将来は廃棄量が増加⇒しかしリサイクル技術は未確立

### 日本国内のリサイクル技術研究状況

技術分類	熱分解法	熱分解法	常圧溶解法	超臨界流体法	亜臨界流体法
研究機関	(当社)	炭素繊維協会	日立化成工業	静岡大学	熊本大学
樹脂の種類	熱分解性毒性のない樹脂全て	熱分解性毒性のない樹脂全て	エステル系	エステル系	エステル系
回収物	CF(長繊維)、ガス	CF(ミルド)	CF(長繊維)、樹脂分解物	CF, 硬化前熱樹脂硬化樹脂	CF, 樹脂分解物
温度	500°C	500~700°C	100~200°C	250~300°C	300~400°C
圧力	常圧	常圧	常圧	5~10MPa	1~4MPa
前処理	なし	粉砕	なし	粉砕	なし
規模	60トン/年	1000トン/年	12トン/年	ラボスケール	ラボスケール

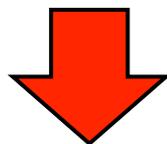
### 海外のリサイクル技術研究状況

国名	英国			イタリア	ドイツ		米国	
研究機関	Recycle Carbonfiber	Imperial College London	University of Nottingham	KARBOREK	Fraunhofer	FASERIHSTITUT	Adherent Technologies, Inc	Firebird Advanced Materials
技術の種類	熱分解(ミルド)	?	マイクロ波熱分解、流動層処理、熱流体処理	?	(成型技術の検討)	(端材のインプラント回収)	真空熱分解、低温流体処理、高温流体処理	マイクロ波
規模(t/年)	1,200	ラボスケール	実用化検討中	1,000	研究レベル	研究レベル	パイロットプラント	パイロットプラント

# 1. 炭素繊維のリサイクルの現状とその問題点(3)

「Cool Earth－エネルギー革新技術計画」技術開発ロードマップ  
(平成20年3月 経済産業省)

「航空機等の輸送機器の省エネ化に向けた材料技術や革新的設計技術」  
炭素繊維複合材技術を担う研究開発



経済産業省では「エネルギーイノベーションプログラム」  
(エネルギー使用合理化技術開発補助金)

① 「炭素繊維製造エネルギー低減技術の研究開発」

東レ株式会社, H17.4 - H20.3

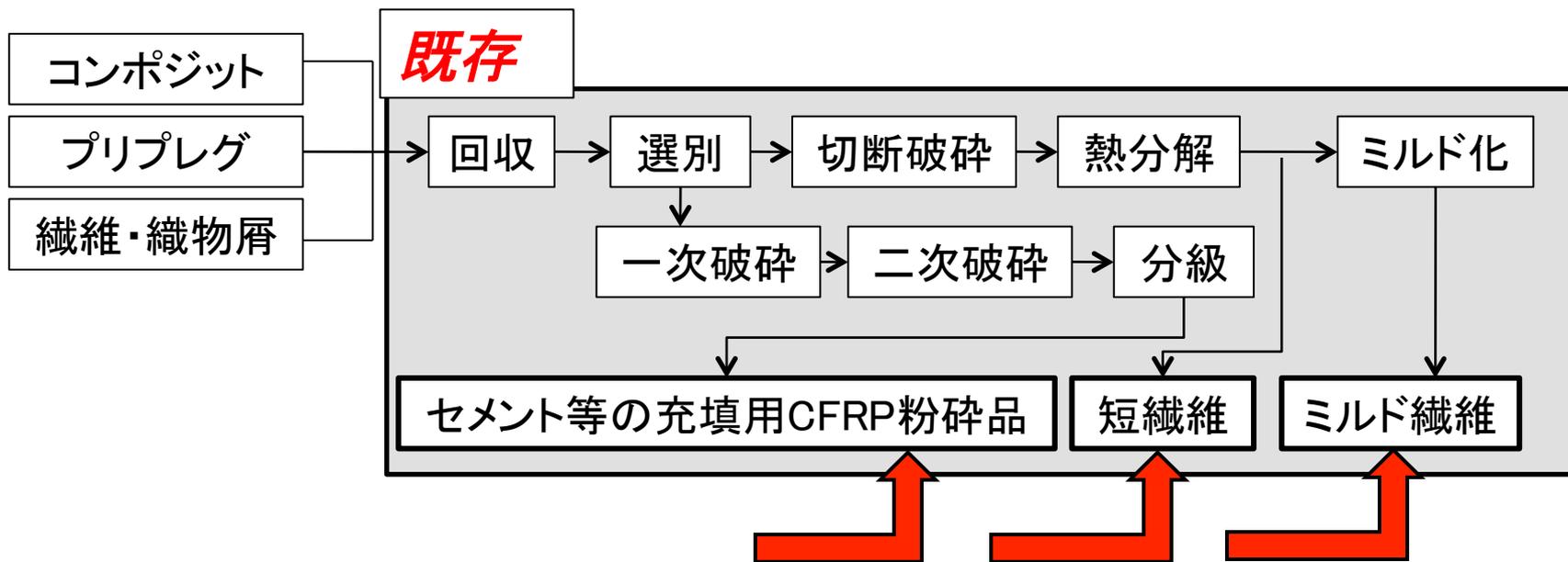
② 「炭素繊維リサイクル技術の実証研究開発」

社団法人化学繊維技術改善研究委員会・日本コークス工業株式会社,  
H18.4 - H20.3

# 1. 炭素繊維のリサイクルの現状とその問題点(4)

廃棄量の増加⇒炭素繊維はリサイクル困難(埋立処分)

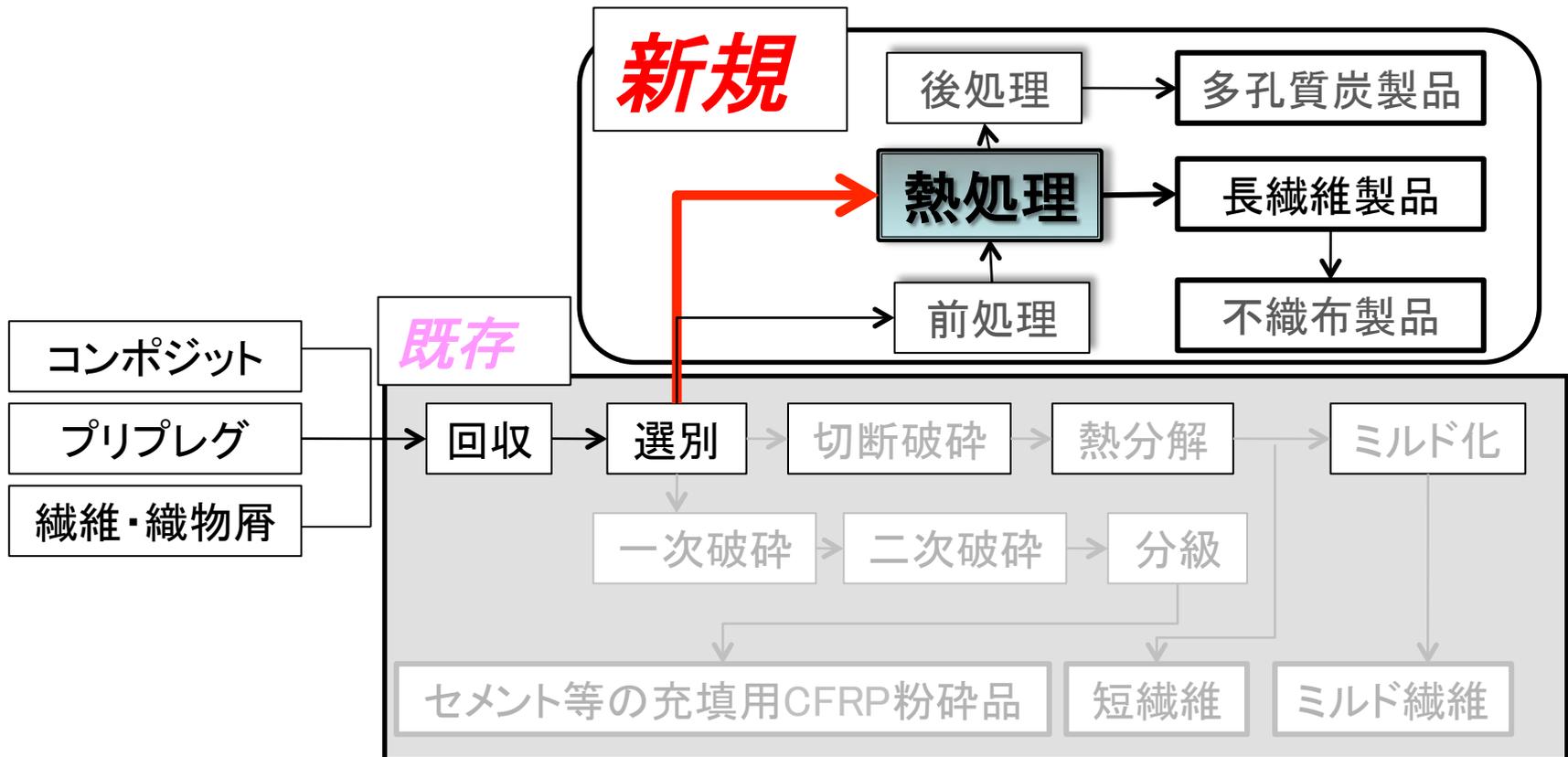
## ② 「炭素繊維リサイクル技術の実証研究開発」



- リサイクル品の用途が限られる
- 長繊維のままリサイクルできない

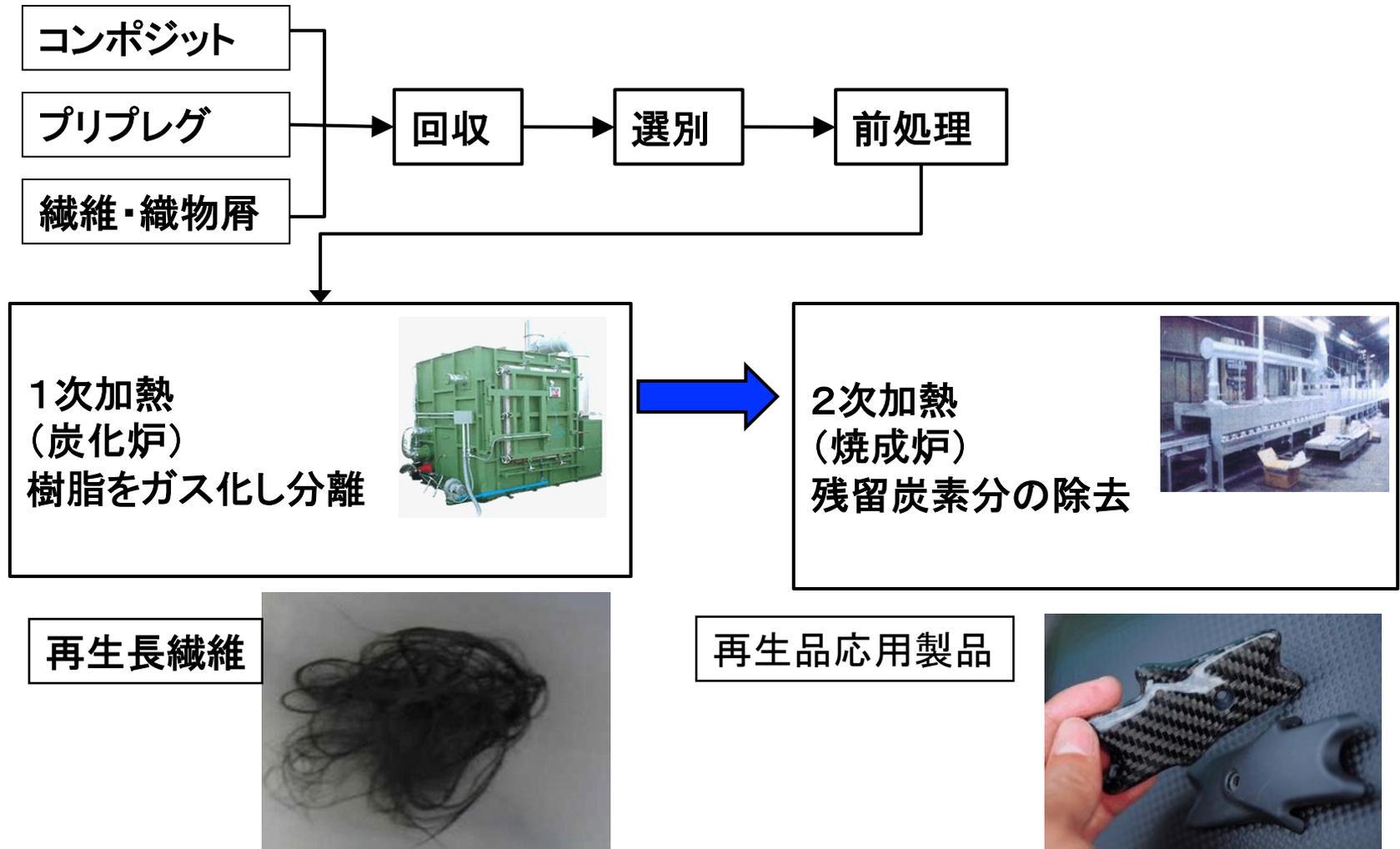
## 2. 本研究開発の内容(1)

とにかくシンプルを目指せ！ ← “瓦焼き技術”  
 「リサイクル炭素繊維の低コスト省エネ再生技術の研究開発」



## 2. 本研究開発の内容(2)

炭素繊維を長繊維のままリサイクルする！



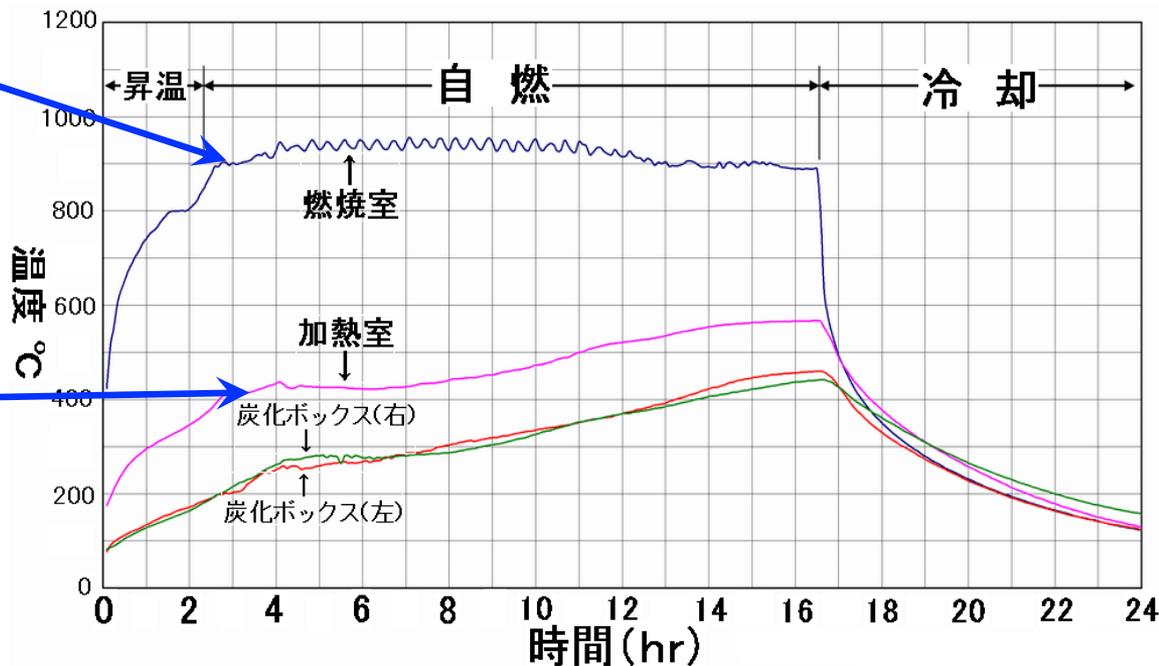
## 2. 本研究開発の内容(3) 本研究開発のキーポイント

炭化炉でCFRPの樹脂分を**内部**でガス化して  
**外部**で燃焼させ，1次・2次加熱源として再利用する！

ガス燃焼は  
**約900°C**  
15時間継続



1次加熱に  
必要な温度は  
**約500°C**



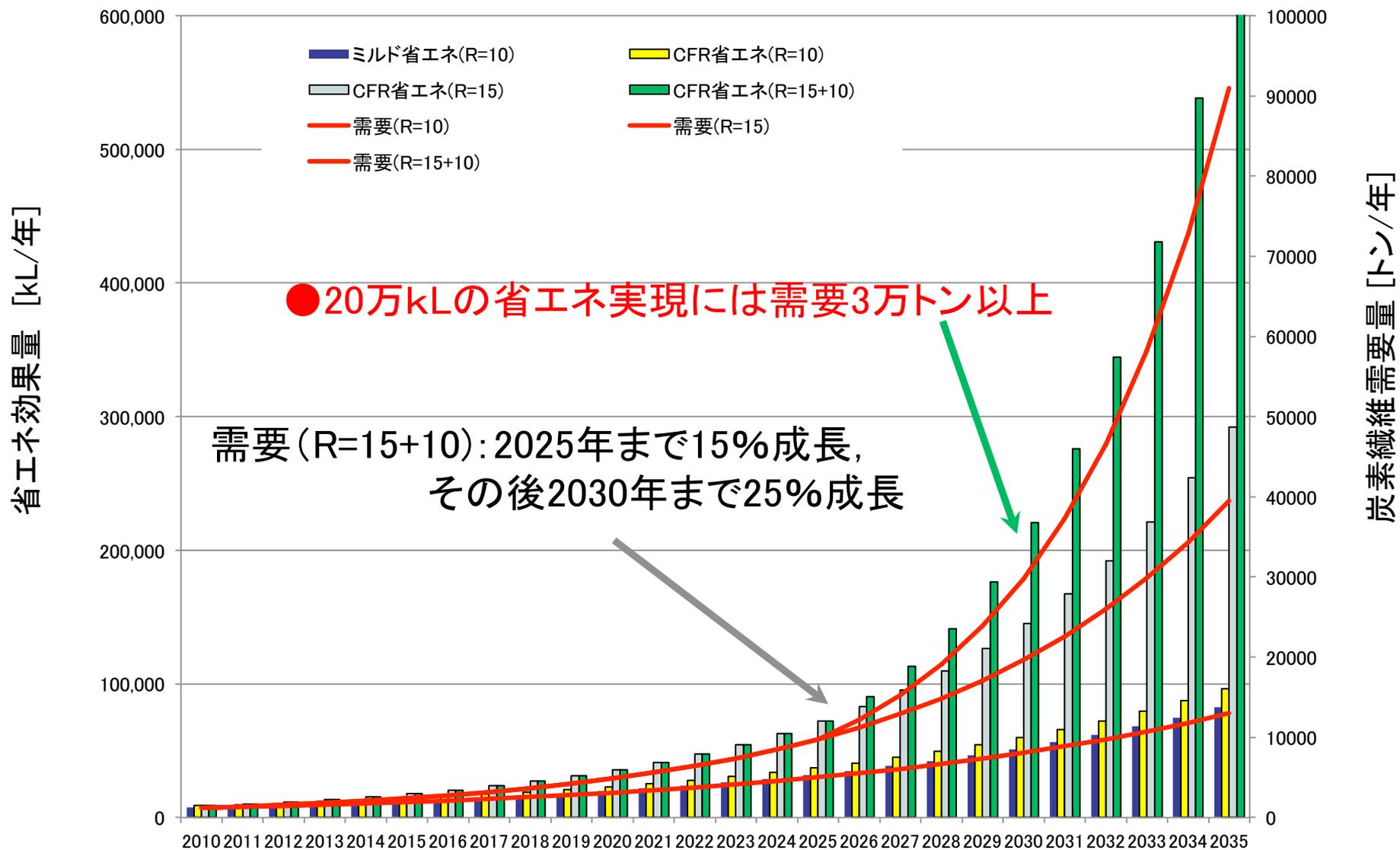
1次加熱プロセスの燃焼室と加熱室の温度変化推移

## 2. 本研究開発の内容(4) 本研究開発の優位点

	バージン繊維	従来の再生繊維	本研究開発の再生繊維
生産に必要なエネルギー	×	○	◎
	290MJ/Kg(※1) 2,000°Cでの処理が必要	48MJ/Kg(※1)	14.6MJ/Kg(※2) 500°Cにて処理可能
繊維の使用可能範囲	◎	△	○
	全用途OK	長繊維が得られない	長繊維も回収可能
繊維の品質	◎	△	○

(※1):ミルド繊維の数値

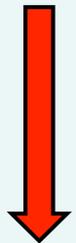
(※2):CFRの既存パイロット試験装置による実験値(連続運転を想定して半分値)



# 3. 本研究開発の課題とその解決策(1)

本研究開発の課題: 投入エネルギー量の低減

## ★現状の問題点



- ・1次加熱: バッチで24時間を要している
- ・2次加熱: 長い焼成キルンの拡幅を行う  
⇒ 高温維持のため更にエネルギー投入

## ★解決の方向性

- (1) 1次加熱の時間短縮
- (2) 2次加熱の熱源確保

最適条件探索には CFRの既存パイロット装置は大きすぎ



大学にて**小型バッチ試験装置(多機能)**によりデータ取得

## 3. 本研究開発の課題とその解決策(2)

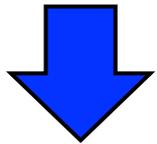
### ①一次加熱の時間短縮

縮

・過熱水蒸気の利用

(100℃以上の高温に熱された水蒸気)

空気よりも熱量が大きい



・空気の代わりに高温の過熱水蒸気を吹きつけること

で加熱時間を短縮

(24時間→15時間)



既存炭化装置は

1) サンプル提供

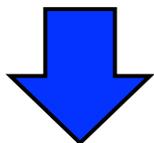
2) 確認実験(1日1RUN)

# 3. 本研究開発の課題とその解決策(3)

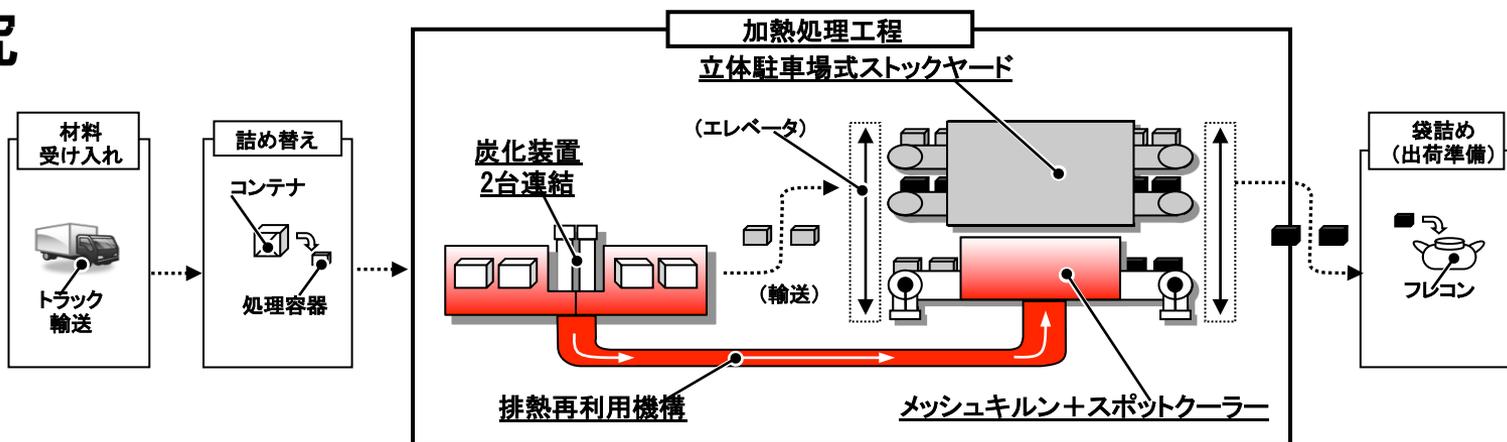
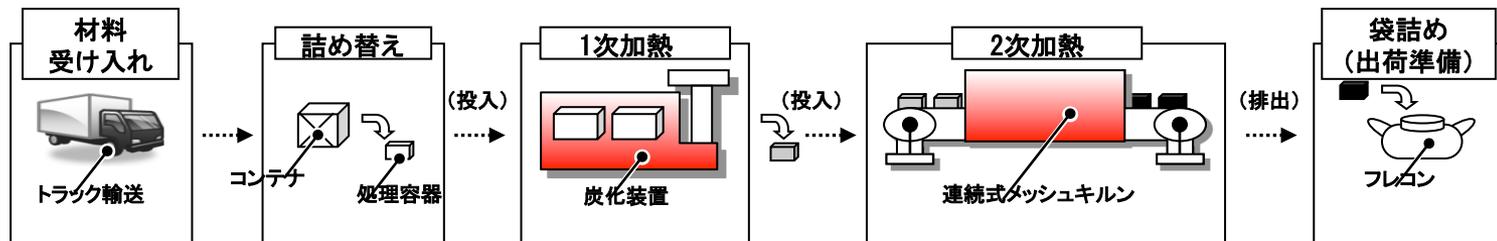
## ②2次加熱の熱源確保(カーボンファイバーリサイクル工業)

- ・1次加熱の排熱を2次加熱の熱源として再利用する

先導研究



実用化研究



# 3. 本研究開発の課題とその解決策(4)

## ③連続プロセスの研究(岐阜大学)

- ・小型バッチ試験装置による  
1次加熱・2次加熱の最適温度制御条件の確立

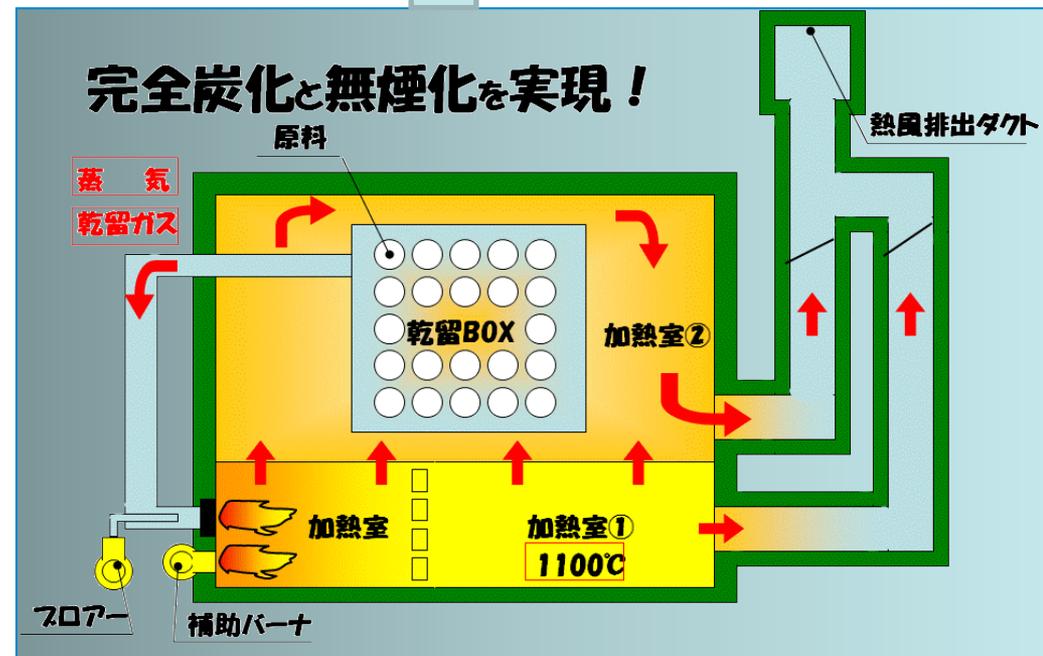
自動運転化による生産性の向上

スケールダウン!



## ④再生炭素繊維の評価

- ・再生長炭素繊維製品の性能評価と用途開発



# 3. 本研究開発の課題とその解決策(5)

## 役割分担

### 岐阜大学

- ・1次, 2次加熱炉の小型バッチ試験装置による開発
- ・最適温度制御条件の確立試験
- ・再生炭素繊維の評価

### カーボンファイバーリサイクル工業

- ・切断・専用容器等の前処理段階の開発
- ・パイロットプラントにおける運転試験  
(小型バッチ試験装置で得られた運転条件の確認)

### 共同で実施

- ・過熱水蒸気によるガス化、熱分解排熱利用の研究

# 4. 本研究開発のスケジュールと目標

研究開発項目	担当	22年度				23年度				24年度			
		1 Q	2 Q	3 Q	4 Q	1 Q	2 Q	3 Q	4 Q	1 Q	2 Q	3 Q	4 Q
①切断機・専用容器の試作	CFR 工業(株)			→									
②炭化炉の省エネの研究													
(1)小型バッチ装置の製作	岐阜大学			→									
(2)過熱水蒸気ガス化の研究	岐阜大学 CFR 工業(株)												→
③焼成炉の省エネの研究													
(1)小型バッチ装置の製作	岐阜大学			→									
(2)熱分解廃熱利用の研究	岐阜大学 CFR 工業(株)												→
④連続プロセスの研究	CFR 工業(株)												→
⑤再生炭素繊維の評価	岐阜大学												→

H22年度目標:  
一次加熱の  
ランニングコスト  
40%削減

H23年度目標:  
廃熱利用で  
ランニングコストゼロ  
2次加熱の効率倍に

H24年度目標:  
24時間連続無人  
運転の実現、  
コスト¥250/Kg以下

地球にも人にも愛を！

ご静聴ありがとうございました

黒いダイヤモンドが輝きますように！