

# バイオベースCFRPと真空対応型 ケミカルリサイクルシステムの開発

---

京都府立大学 大学院生命環境科学研究科  
宮藤久士

# 国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構 宇宙探査イノベーションハブ 「太陽系フロンティア開拓による人類の生存圏・領域拡大に向けた オープンイノベーション」に関する研究提案募集(RFP) 第6回

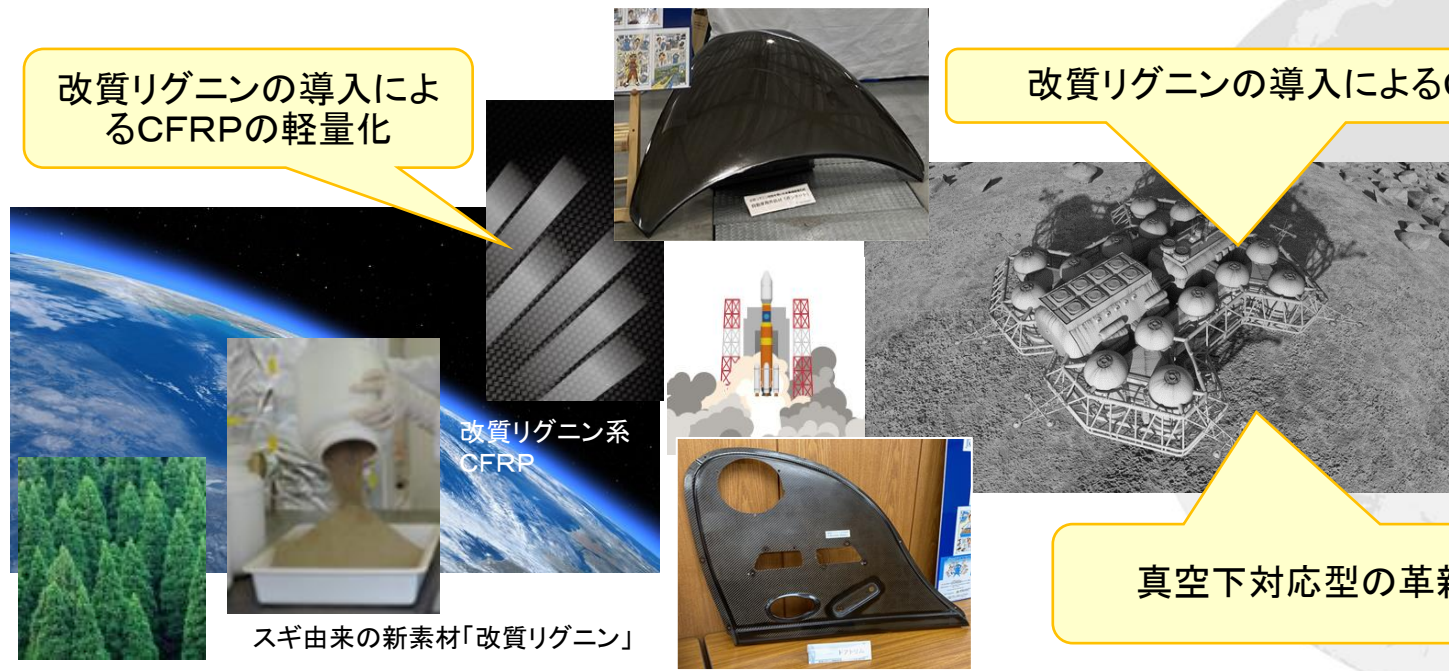
## B. アイデア型(14) 現地の資源や不要物を効果的に利用するプロセス技術 地球から輸送した炭素を含むマテリアルを徹底的にリサイクルするためのシステム開発

改質リグニンの導入によるCFRPの軽量化

改質リグニンの導入によるCFRPの易リサイクル化

将来的には月面の屋外での大規模なりサイクル処理システムの構築も可能に

真空下対応型の革新的な処理システム



改質リグニン系CFRP

スギ由来の新素材「改質リグニン」

スギ(木質バイオマス) 改質リグニン系CFRPの活用

京都府公立大学法人 京都府立大学  
国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所  
国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構

## 廃棄FRPの現状



FRP

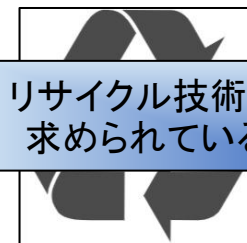
廃棄



産業廃棄物として埋め立て処理されている



リサイクル技術が  
求められている



## 本提案のFRPリサイクル技術

### 改質リグニン含有FRPの製造



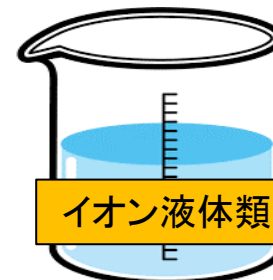
リグニン系樹脂添加による  
マトリックス樹脂の高性能化

繊維基材への樹脂含浸

FRP化

### 研究開発のポイント

- ・改質リグニンを用いることで分解性能を有するFRPを開発
- ・イオン液体類を用いることで真空対応型のケミカルリサイクル技術を開発



イオン液体類

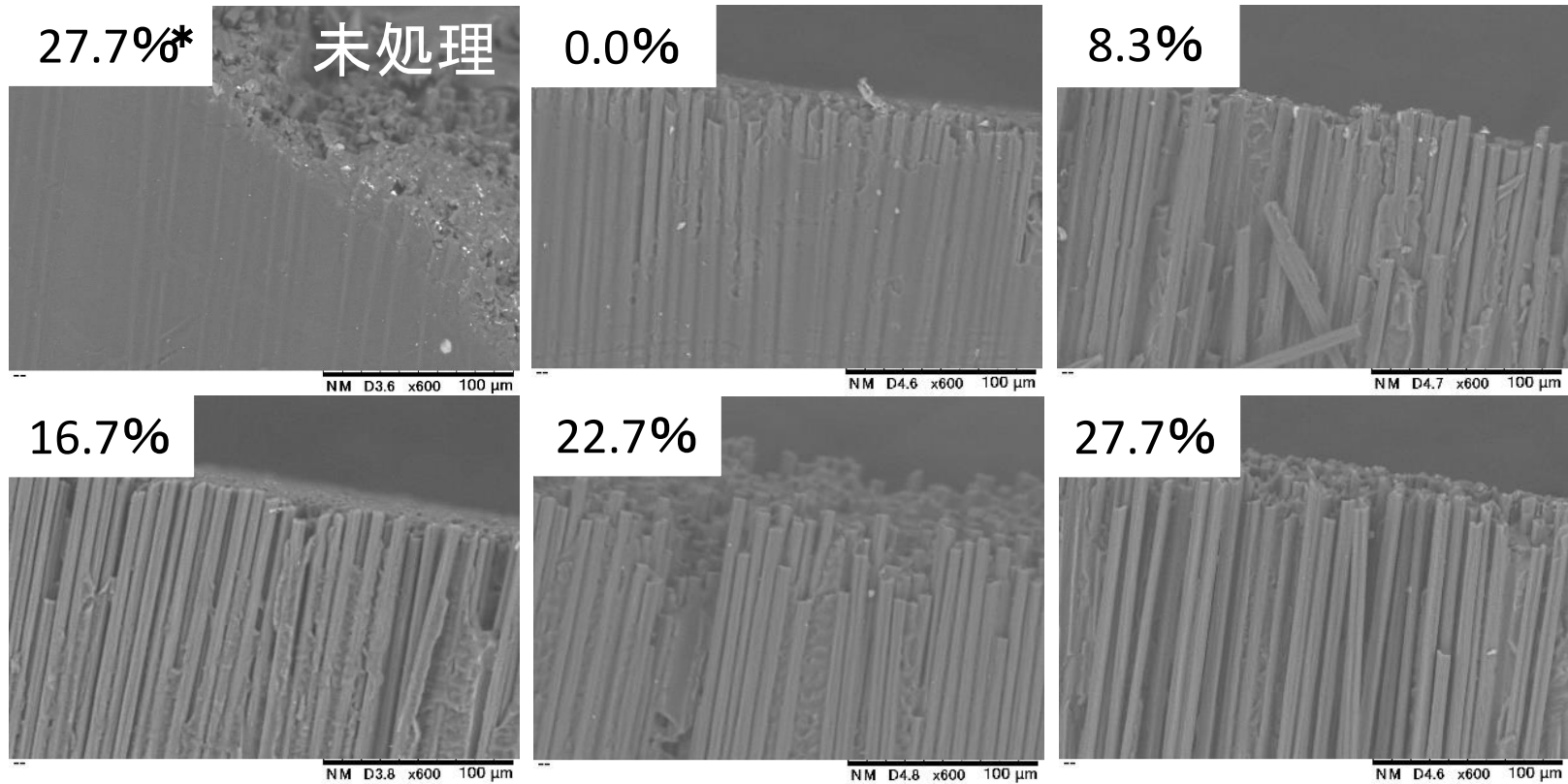


低分子化合物

繊維部分は再度  
FRPへ利用

マトリックス部分  
は分解

# SEM観察の様子(100°C、12h)

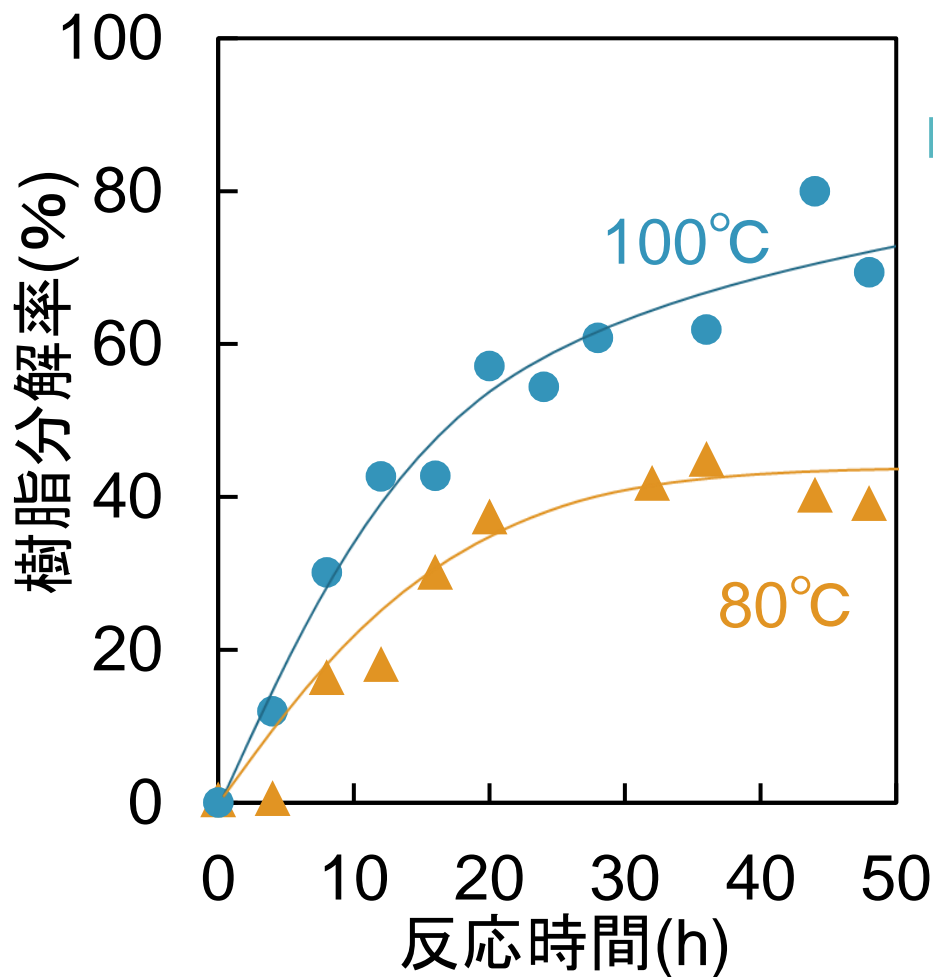


\* 改質リグニン含有率

表面の樹脂が分解している  
炭素繊維が分解などを受けている様子は見られない

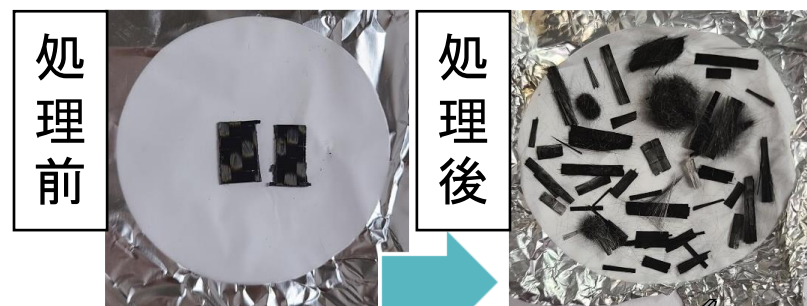
# 反応時間と樹脂分解率の関係

改質リグニン含有CFRP(改質リグニン含有率27.7%使用)



反応時間が20時間まで  
➡樹脂の分解が容易な部分  
の分解が進む

100°Cではさらに分解が進む



樹脂に覆われた  
炭素繊維

樹脂から解離した  
炭素繊維

# CFRPの分解・リサイクル技術

	本技術	熱分解法	超臨界流体法	亜臨界流体法	常圧溶解法
温度 (°C)	100	500	250-350	300-400	200
圧力 (MPa)	常圧	常圧	5-10	1-4	常圧
溶媒	イオン液体類	無	メタノール	ベンジルアルコールなど	ベンジルアルコール
触媒	無	無	無	アルカリ金属塩	アルカリ金属塩
前処理	無	無	粉碎	無	無
時間	24h~	180min	30-100min	30-100min	10h

出展: 日立化成テクニカルレポート No.56(2013-12月) <https://www.mc.showadenko.com/japanese/report/056/56.pdf>

・柴田勝司,常圧溶解法によるCFRPリサイクル技術,廃棄物資源循環学会誌, Vol. 24, No. 5, pp. 358- 363, 2013

・牛越憲治,小松信行,杉野守彦,CFRPの熱分解法によるリサイクル,「材料」(J.Soc.Mat.Sci.,Japan),Vol.44,No.499,pp.428-431,Apr.1995

・ChristelleMorinAnneLoppinet-SeraniFrançoisCansellCyrilAymonier,Near- and supercritical solvolysis of carbon fibre reinforced polymers (CFRPs) for recycling carbon fibers as a valuable resource: State of the art,The Journal of Supercritical Fluids Volume 66, June 2012, Pages 232-240

# 結論

- ・新しい反応媒体（イオン液体類）で改質リグニン含有CFRPの樹脂を分解することが可能（イオン液体類は減圧下で加温してもほとんど揮発しなかった。）
- ・低温かつ簡易な装置で行える
- ・炭素繊維の回収も可能

改質リグニンの添加と新しい反応媒体を用いることでCFRPの新しいケミカルリサイクル技術の開発に成功

## 謝辞

本研究は宇宙航空研究開発機構（JAXA）との共同研究で行われました。ここに謝意を表します。

