NEDO水素・アンモニア成果報告会2025

発表No.A2-14

燃料電池等利用の飛躍的拡大に向けた共通課題解決型産学官連携研究開発事業／水素利用等高度化先端技術開発／低コストと高性能を両立した炭素繊維の研究開発

発表者名　入澤寿平
団体名（委託先）東海国立大学機構，九州大学
（再委託先）京都工芸繊維大学，
信州大学，産業技術総合研究所

発表日　2025 年 7 月 16日

連絡先：入澤寿平
東海国立大学機構　岐阜大学
Irisawa.toshihira.g3@f.gifu-u.ac.jp
058-293-2530

事業概要

1. 期間
   開始　　：（西暦）2020年10月
   終了.　　：（西暦）2025年3月

2. 最終目標

炭素繊維の低コスト化（すなわち，水素貯蔵タンクの低コスト化 ）による FCVの普及への貢献を目的とし、本研究炭素繊維開発の最終目標10$/kgの製造コストで実用化する2030年に引張弾性率 290 GPa と強度 5.8 GPaを実現する．そのために，まずは2025年3月までに設定した最終目標である240 GPa と強度4.8 GPaを達成することを目標とする。加えて，XPS でのO/C値、フラグメンテーション試験での界面剪断強度IFSS 対エポキシ樹もしくはポリアミド６）で市販品と同等以上を達成する。

3.成果・進捗概要

東海国立大学機構と九州大学が両輪で別々の観点から新規前駆体の開発を進め，さらに補完的要素技術開発として京都工芸繊維大学，信州大学，産業技術総合研究所によって原料に関する調整技術，製造条件の最適化に有益な情報を取得するための解析技術開発も進めてきた.

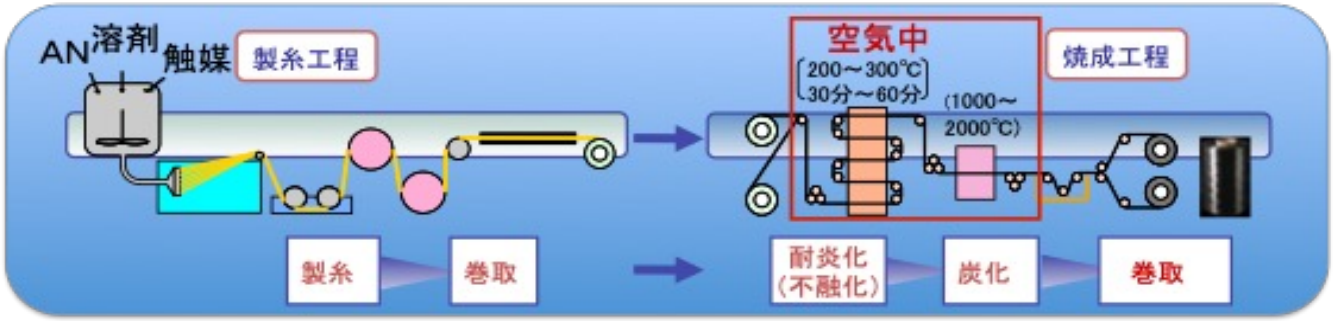
2025年 3 月までに設定した最終目標（ 引張弾性率 240GPa と強度 4.8GPa および O/C 値と IFSS について市販品と同等）に対し，ほぼそれに見合う各物性目標を達成して終了した.

1．事業の位置付け・必要性

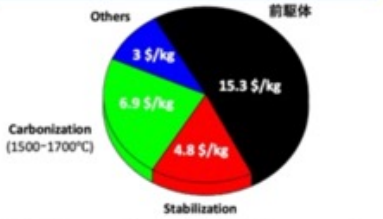
- 本事業を実施する背景や目的

水素タンク３台搭載

従来法（進藤方式）

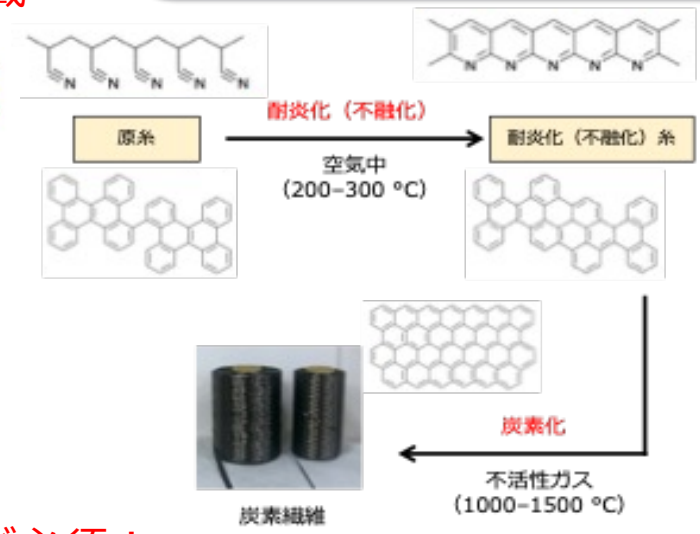


PAN系炭素繊維のコスト試算

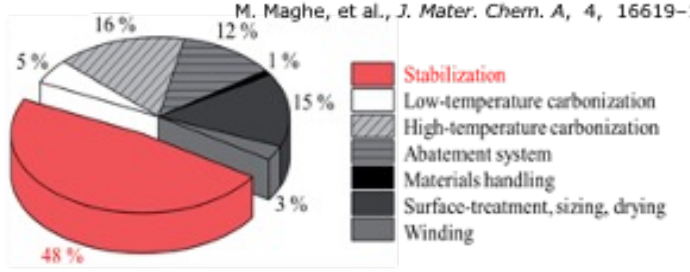


原料コスト＋耐炎化コストの削減が課題（30 $/kg）

炭素繊維の
大幅な低コスト化が必須！

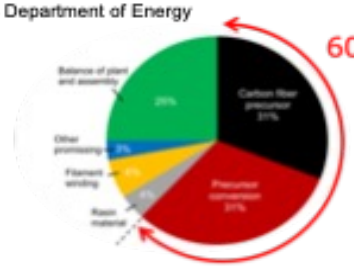


M. Maghe, et al., *J. Mater. Chem. A*, 4, 16619–16626 (2016)



消費エネルギーの半数・・・耐炎化（不融化）工程

※U.S Department of Energy



水素貯蔵タンクの製造コスト

水素タンク製造コストの60%
CFを1/3のコストにすると，，
↓
水素タンクコスト60%に削減

1．事業の位置付け・必要性

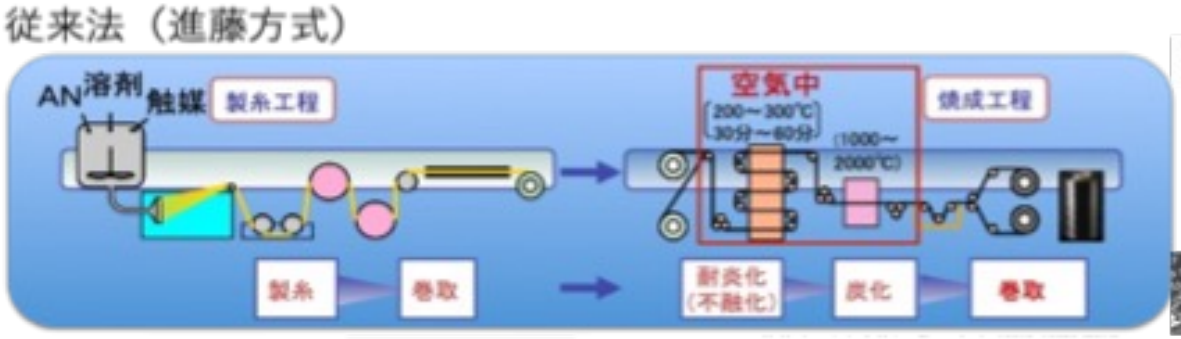
- 本事業の位置づけや意義、必要性

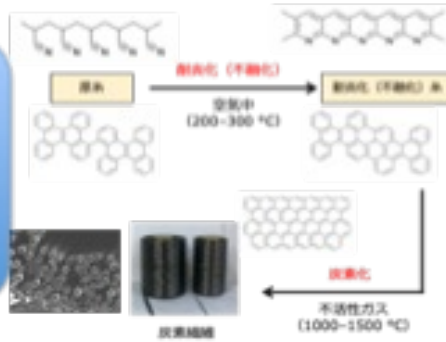
		製造コスト $/kg	引張弾性率 GPa	引張強度 GPa
	本研究開発の最終目標2030年	10	280	5.8
海外	米国で定められた目標値	11-15.4	172	1.72
海外	衣料用PAN系炭素繊維	15.7	136-235	1.72-2.96
海外	溶融紡糸PAN系炭素繊維	-	173-214	2.5
海外	リグニン系炭素繊維	15.2	200	2.0
	本研究中間目標①(2022年3月)	-	170	1.7
	本研究中間目標②(2024年3月)	-	230	3.5
	本研究終了時目標	-	240	4.8

海外ではPAN系以外の新しい前駆体開発には苦戦

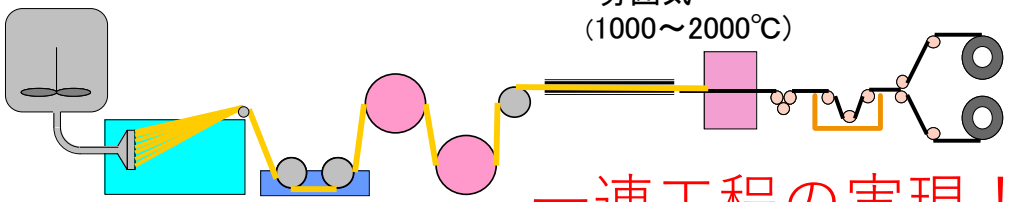
1．事業の位置付け・必要性

- 本事業の位置づけや意義、必要性（革新性，新規性，独創性）





等方性芳香族高分子
＋
配向・結晶促進剤

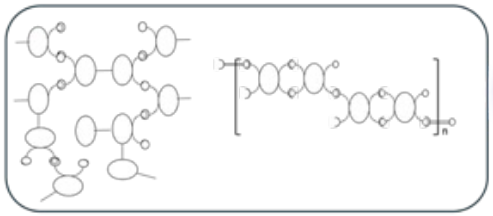


一連工程の実現！！

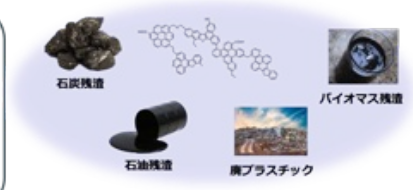
紡糸工程

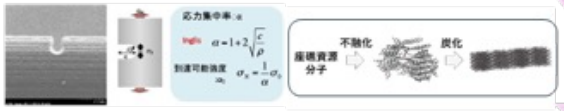
焼成（炭素化工程），表面処理工程

等方前駆体（配向促進剤と複合化）



座礁資源

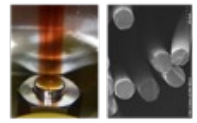




新評価手法

シミュレーション

発現メカニズム解明



製造条件の検討

低コストと高性能を両立した炭素繊維

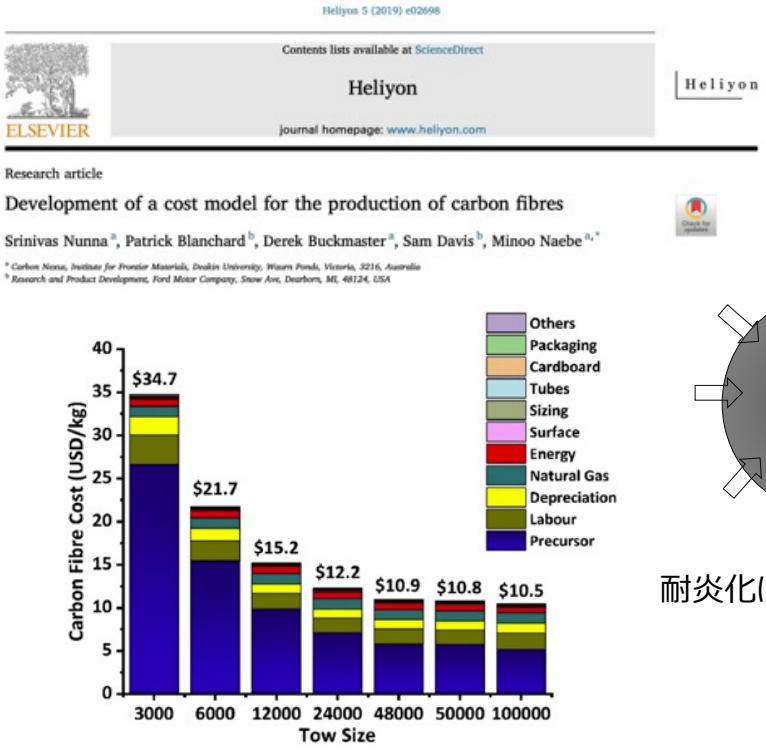
耐炎化不要，低コスト原料からの高性能炭素繊維開発に成功！

1．事業の位置付け・必要性

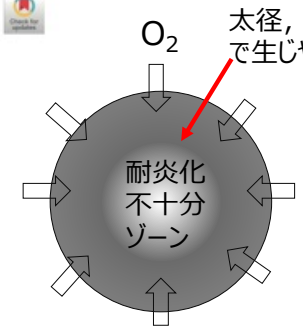
- 本事業の位置づけや意義、必要性（他国のトレンドとの比較）

世界の潮流はPAN系のラージトウ化（束数を大きくすること）

ラージトウ化によるコスト試算

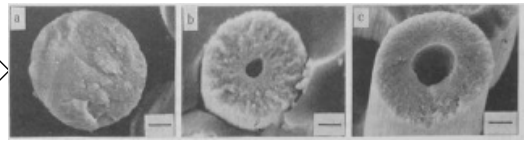


炭素化処理時に溶融・分解しない構造
にするための処理でPAN系CFには必須



耐炎化不十分
繊維を炭素化

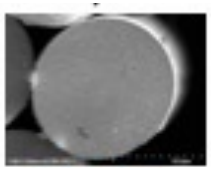
PAN系炭素繊維の
ラージトウ化は簡単ではない！！



耐炎化十分な繊維

耐炎化不十分な繊維
（繊維中央が焼失）

耐炎化は繊維外層から進行



我々が製造可能な
直径20ミクロン炭素繊維

ラージトウ化，太径化ともに我々の前駆体の方が向いている！（耐炎化不要の功績）

２．研究開発マネジメントについて

- 研究開発の目標と目標設定の考え方（根拠）

目標１．2022年3月：弾性率170GPa, 強度1.7GPa (国際的指標の一つ) → 達成

設定根拠：①PAN系炭素繊維において，発明当初に得られた物性
②オークリッジ国立研究所（米国）が定めた自動車用として必要な物性値
（低コスト炭素繊維開発の有名な指標）

目標２．2024年3月：弾性率230GPa, 強度3.5GPa (PAN系汎用グレード) → 達成！！

設定根拠：①PAN系炭素繊維の市販品（国内メーカー）における最古グレード相当
②PAN系炭素繊維の開発５年以内で達成された物性相当

目標３．2025年3月：弾性率240GPa, 強度4.8GPa (PAN系航空機グレード)

設定根拠：①PAN系炭素繊維の汎用・高品質グレード相当
②ヒアリングの結果，水素タンク試作に可能な必要物性

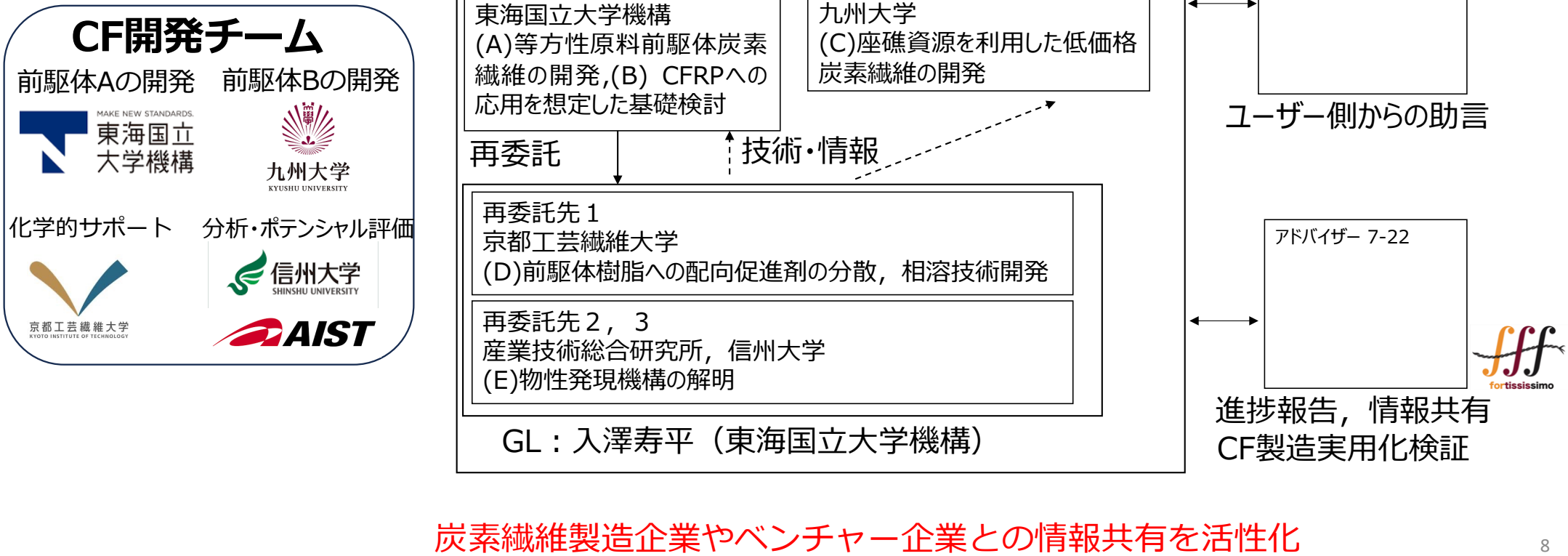
→ほぼそれに見合う各物性目標を達成して終了した.

今後

最終目標．2030年：弾性率280GPa, 強度5.8GPa (現行の水素貯蔵タンクグレード相当)

2．研究開発マネジメントについて

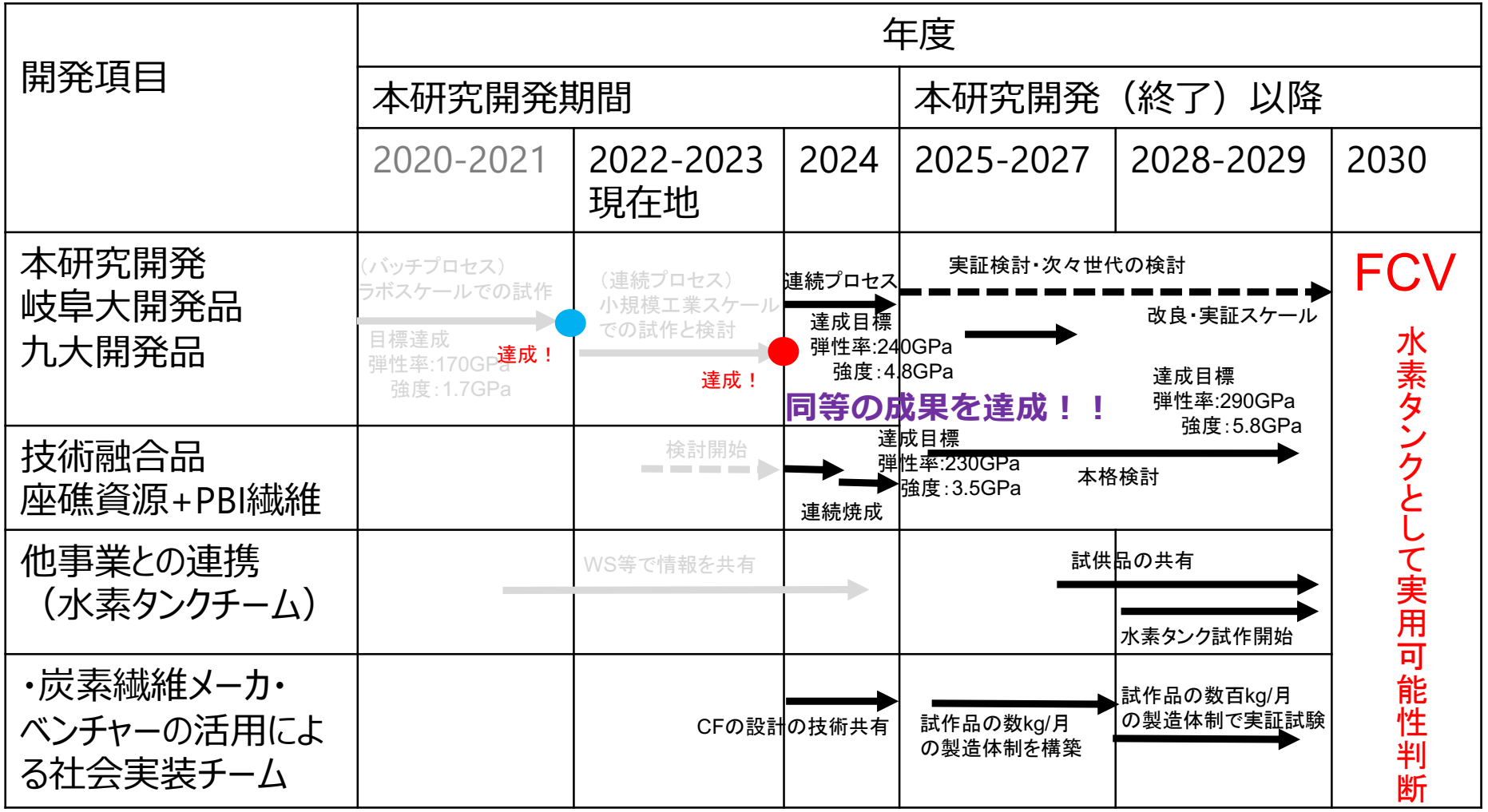
- 研究開発の実施体制



炭素繊維製造企業やベンチャー企業との情報共有を活性化

２．研究開発マネジメントについて

- 研究開発のスケジュール



２．研究開発マネジメントについて

- その他、研究開発の進捗管理（マネジメント）や知的財産戦略に関する独自の取り組み等。

・オープンにすべき技術（オープンにしてもノウハウを教示しない限り真似できない技術）は知財委員会の承認を経て，出願（基本， PCT出願）を想定する.

ノウハウとしてクローズにすべき案件はあえて出願しない方針. 世界初の革新的新技術を特許出願（PTC準備中）

（知財は，LOI企業であったfff社と大学間で移管準備を進めている）

	2020 年度	2021 年度	2022 年度	2023 年度	2024 年度	計
特許出願（うち外国出願）	0	0	1	1(1)	1	3件

- **炭素繊維開発の先進国である日本としてプレゼンスはアピールすべき！！**

国内外にむけプレスリリース，展示会，誌上等で対外的な成果発信を積極的に実施した.

１．国内学会行事，海外国際会議での口頭発表を行った。

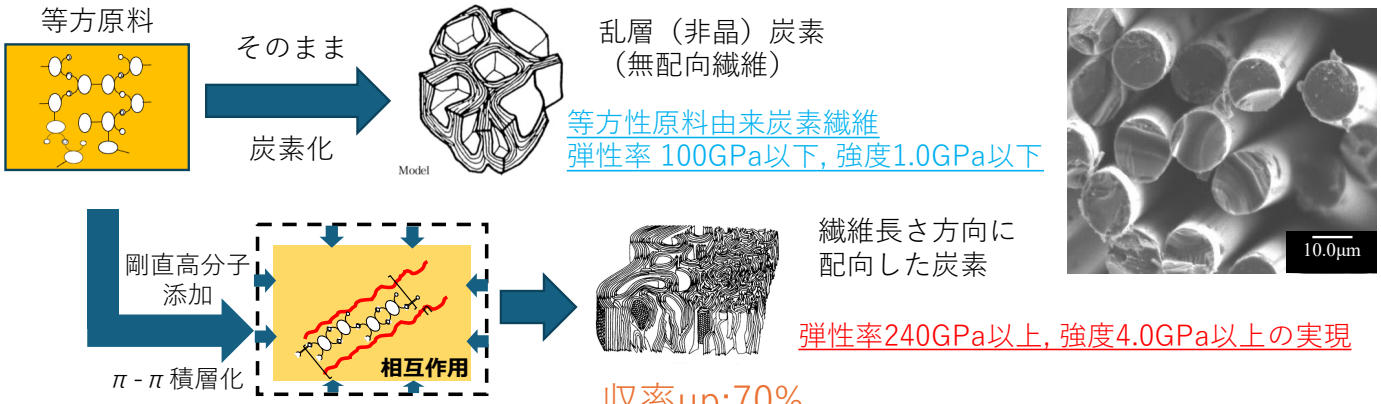
２．国内外の展示会イベントでの出展(新規炭素繊維の展示会に2025年中出展予定)

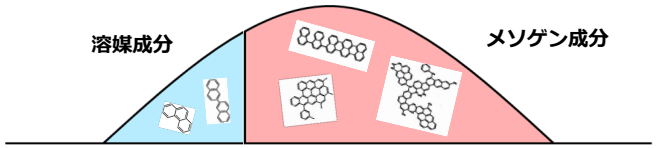
３．大学及びNEDOからのプレスリリース

25年度7月に世界初技術，世界に誇る炭素繊維工場の本格稼働を大々的にプレスリリース!

3．研究開発成果について

- 研究開発の成果と意義，学会発表、広報等の取り組み





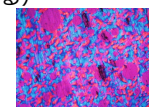
溶媒分子　メソゲン分子

メリット

- **原料価格が極めて安い（参考価格：0.01~0.2＄）**
- **メソゲンと溶媒分子を適切に選んで混合するだけ！！**
- **現時点、将来的にゴミとなり得る原料から高級炭素繊維が製造可能！！**

原料混合
（任意の混合比で混ぜる）

前駆体調製


メソフェーズピッチ

黒鉛化（2800℃, 10 min, アルゴン雰囲気）

繊維径	引張強度	延伸率	ヤング弾性率
[μm]	[GPa]	[%]	[GPa]
7.9±0.4	4.2 ±0.5	0.5±0.1	680±40

炭素化（1000℃, 30 min, 真空⇒1600℃, 15 min, 真空）

繊維径	引張強度	延伸率	ヤング弾性率
[μm]	[GPa]	[%]	[GPa]
9.3±0.7	2.9±0.6	1.2±0.2	250±50

配合により，PANライクな炭素繊維も製造可能！！

世界最大の炭素材料の祭典（Carbon 2025）
基調講演として招待！
（岐阜大；入澤，九大；中林，信州大；宝田）

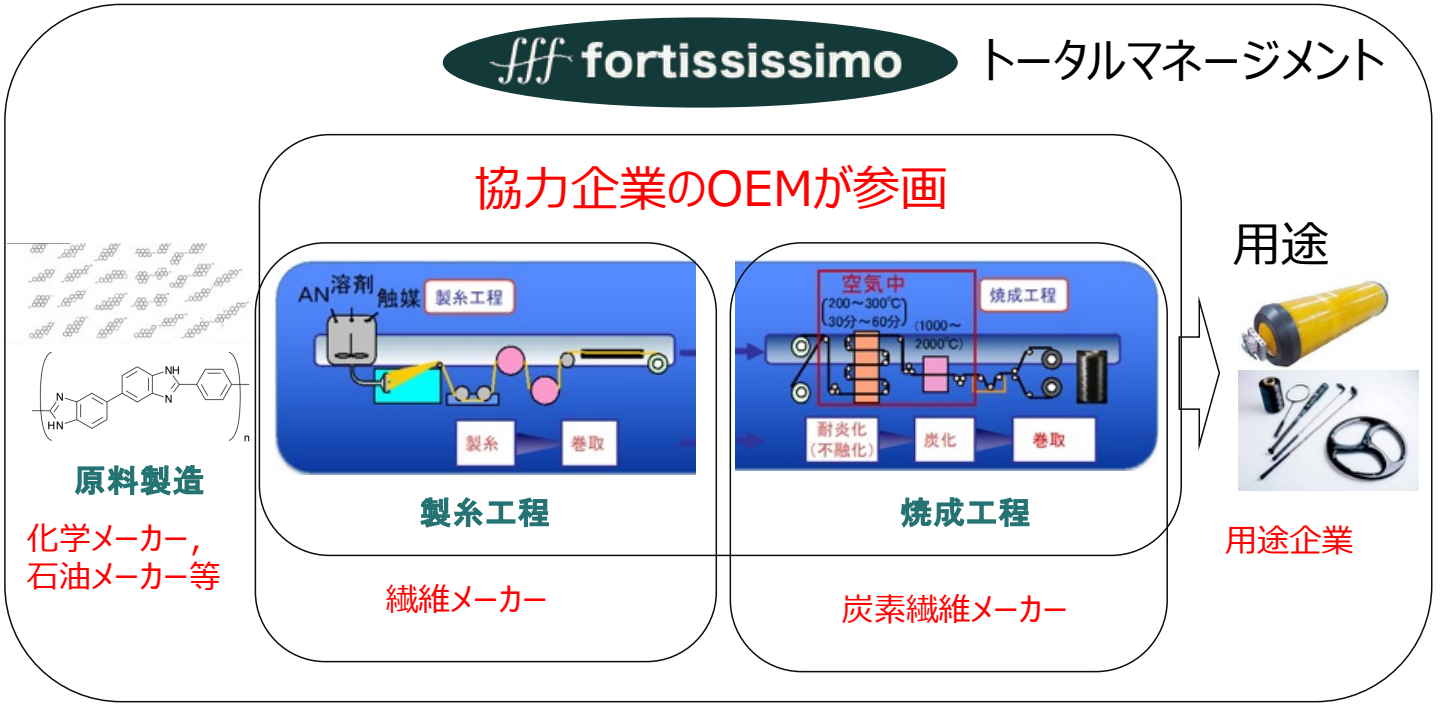
４．今後の見通しについて

- 実用化・事業化のイメージ（成果がどのように使われるか）

国内唯一の炭素繊維
開発ライン（in 岐阜大学）

著名な事業化支援・推進サポートに採択！
https://www.1stround.jp

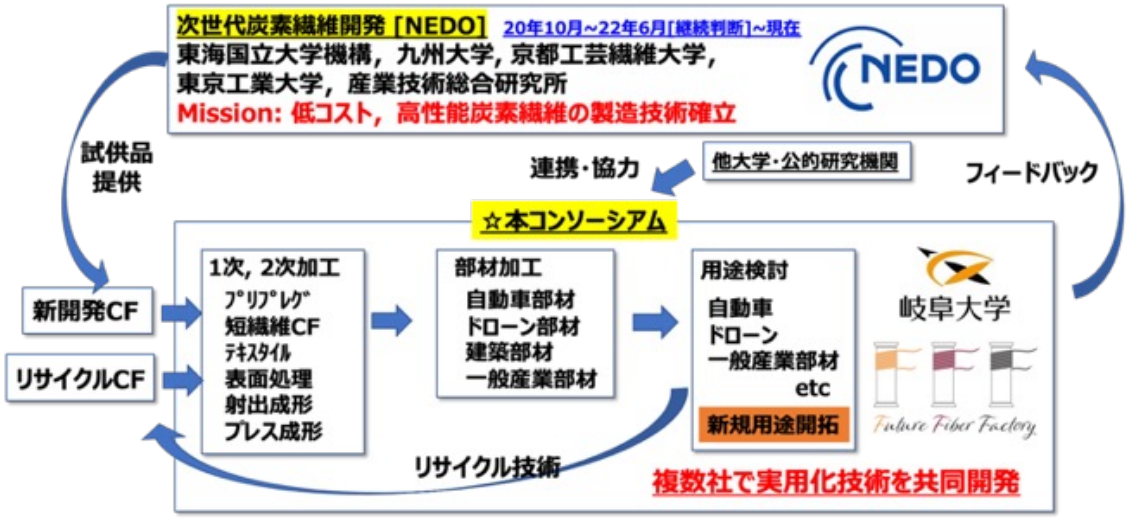
４大学１国立研究機関の知を結集！！

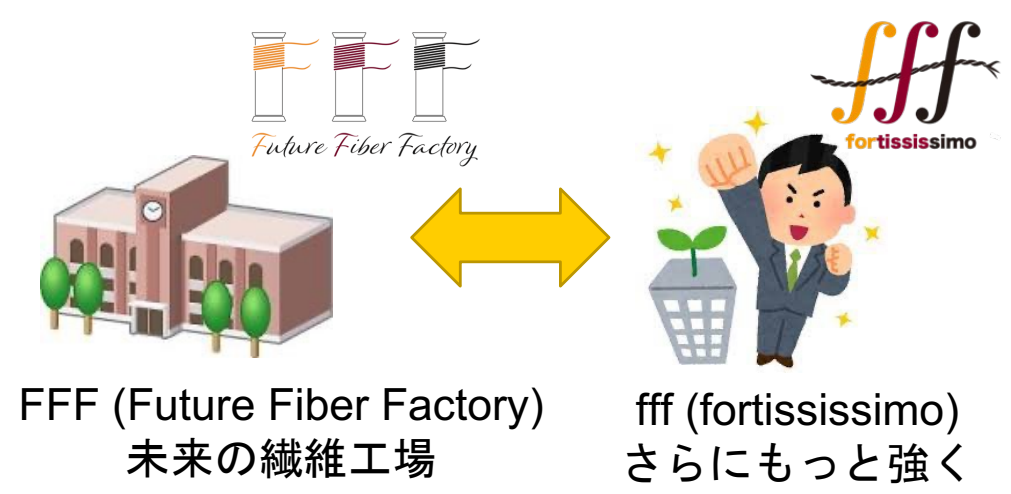


CF製造大手企業の参画はもちろん，新規参入を目指す企業，
大学発ベンチャーも参加し，実用化検証を加速する体制を構築中

４．今後の見通しについて

- 実用化・事業化に対する今後の課題と対応方針

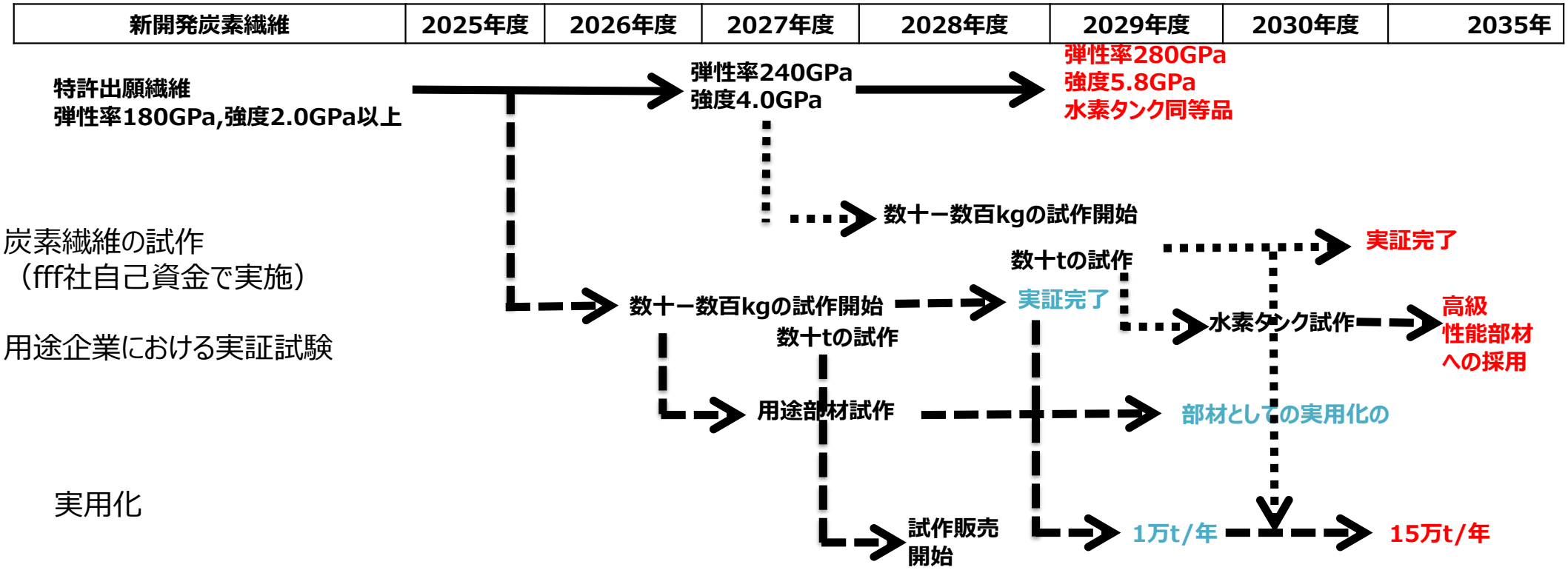




FFF (Future Fiber Factory)
未来の繊維工場

fff (fortississimo)
さらにもっと強く

用途開拓まで目指した炭素繊維開発を実施する！

４．今後の見通しについて

- 実用化・事業化に向けた具体的な取り組み（計画や戦略等）