# 伝統的組紐技術と先進複合材料「XBRAID」の融合

2026/11/18

PUES

# 三菱ガス化学の開発する複合材料

## 熱硬化性プリプレグ

ENDUREDGE



冷凍保管不要

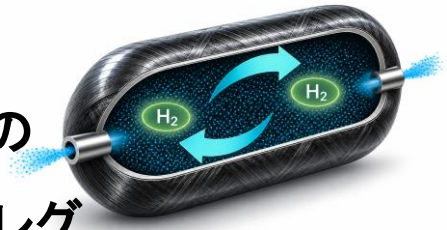


脱オートクレーブ
（オーブン成形可能）

エポキシ・シアネートのグレードを展開

BARRIZOW

高圧容器CFRP層向けの
ガスバリア性トウプリプレグ

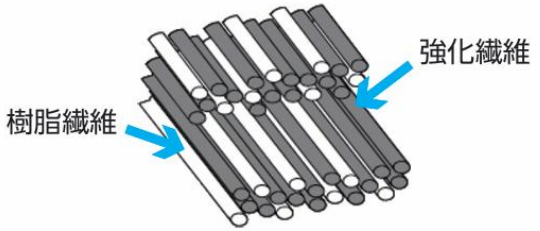



## 熱可塑性プリプレグ

XBRAID クロスブレード

樹脂繊維と強化繊維を
繊維レベルで混合






PC-FRTP

～200℃で成形可能、優れた耐衝撃性

Reny tape

- MXD6ベースで高強度、高剛性
- 金属との溶着性に優れる



**三菱ガス化学は特長ある樹脂製品・技術を活かしたプリプレグを開発**

©2023 PUES Corporation

# 特殊ポリアミド樹脂LEXTER

## LEXTER

キシリレンジアミンとセバシン酸との重縮合反応から得られる結晶性のポリアミド樹脂

- ✓高い機械的強度、弾性率
- ✓低吸水性、低透湿性
- ✓バイオマス由来の原料を使用

| 樹脂 | グレード | 融点 [℃] | Tg [℃] | 曲げ弾性率 [GPa] | 曲げ強度 [MPa] | 比重 [g/cm3] | 吸水率 [%] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| LEXTER (PA-XD10) | #8000 | 190 | 60 | 3.2 | 136 | 1.13 | 2.5 |
| | #8500 | 215 | 63 | 2.9 | 135 | 1.13 | 2.5 |
| | #8900 | 290 | 75 | 2.9 | 122 | 1.13 | 2.6 |
| PA6 | - | 220 | 48 | 2.6 | 113 | 1.12 | 9.9 |
| PA66 | - | 265 | 50 | 2.7 | 114 | 1.14 | 8.0 |

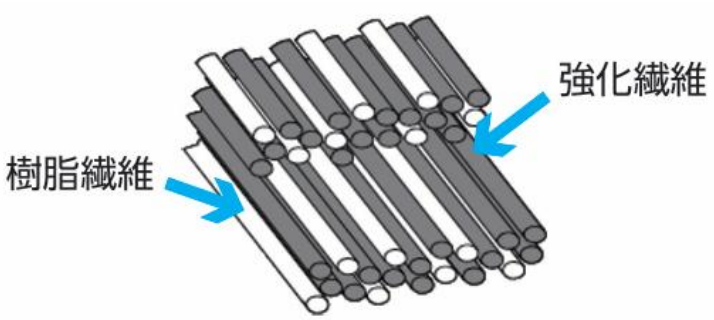
※LEXTERは三菱ガス化学の製品

©2023 PUES Corporation

# XBRAIDの開発

XBRAID クロスブレード






| 項目 | LEXTER (PA-XD10) |
|---|---|
| Vf [%] | 48.7 |
| 繊度 [Tex] | 1334 |
| 比重 | 1.46 |
| 融点 [℃] | 215 |
| Tg [℃] | 63 |
| 引張強度 [MPa] | 1723 |
| 引張弾性率 [GPa] | 104 |

- ✓ 成形時間の短縮
- ✓ 操作性・成形性向上
- ✓ 常温保管可能
- ✓ 低吸水、高剛性
- ✓ 耐薬品性
- ✓ ガスバリア性

樹脂繊維と強化繊維を
繊維レベルで混合したプリプレグ

航空宇宙、自動車、ドローン、スポーツ用品等
幅広い用途へ適用可能

©2023 PUES Corporation

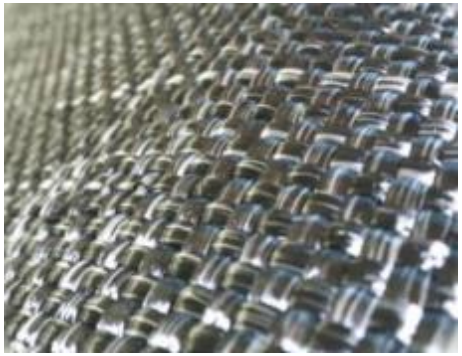
# XBRAIDの展開例

XBRAID クロスブレード

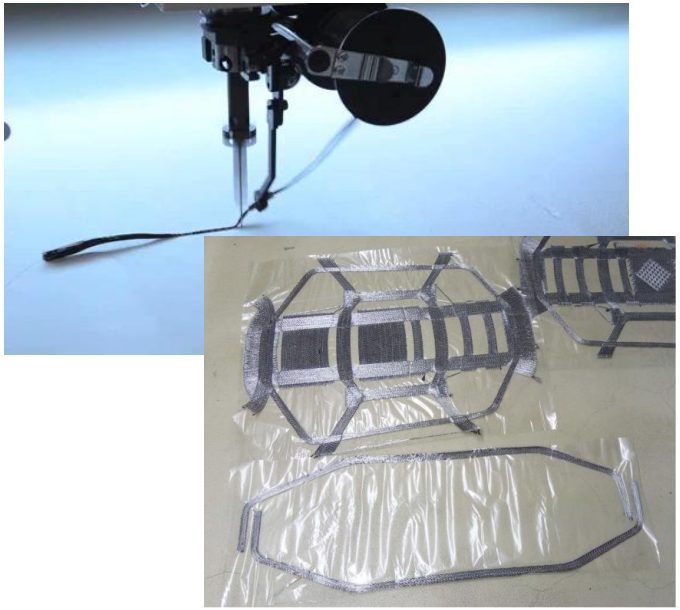


- ✓高操作性
- ✓高成形性

## 織物



## TFP加工(刺繍)





## 組紐



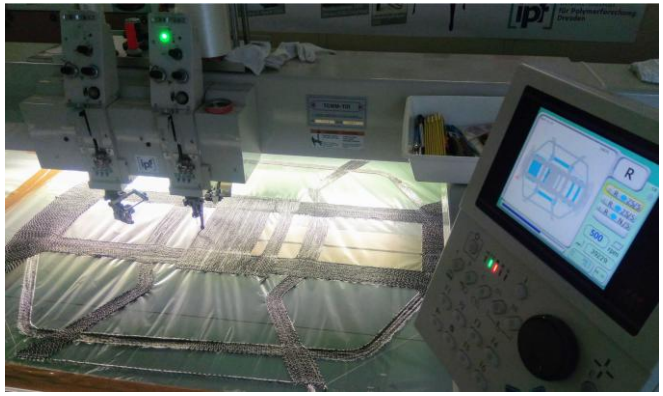


©2023 PUES Corporation

# XBRAIDの展開例：TFP加工

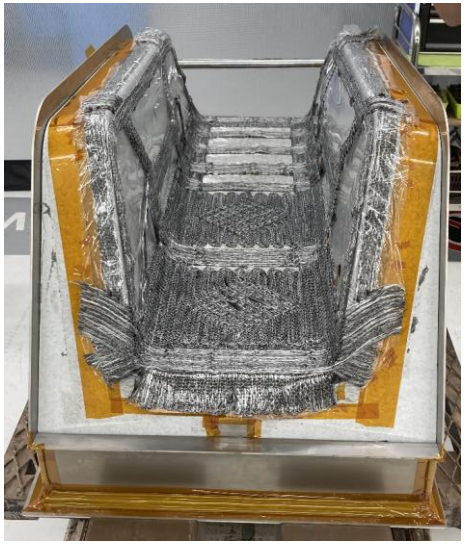
XBRAID クロスブレード

## 1. 刺繍、プリフォームの作成



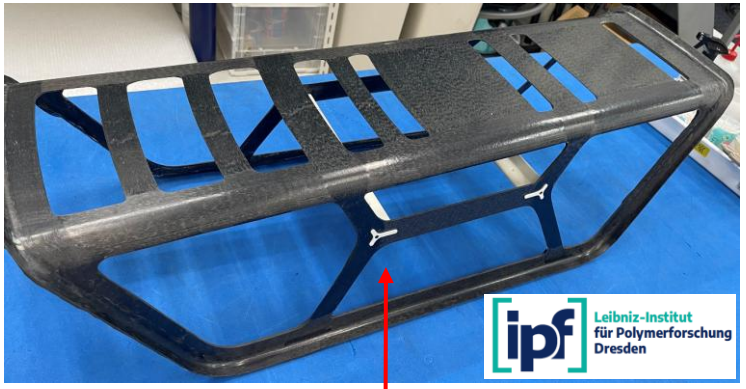


## 2. 成形

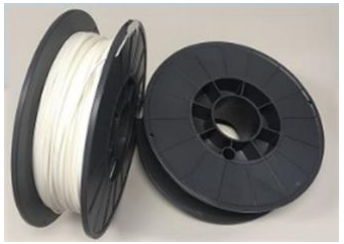




## 3. 成形体の完成




LEXTER-3Dフィラメントで補強

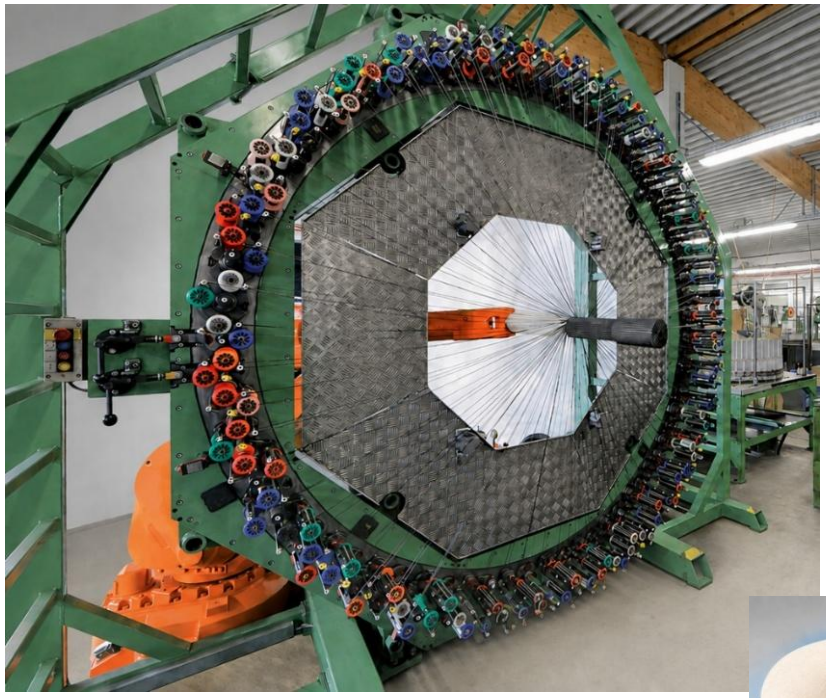




©2023 PUES Corporation

# XBRAIDの展開例：組紐

XBRAID クロスブレード



Φ0.5~600 mmの組紐作製可能
(XBraidの実績は最大φ350 mm)



筒状のものを
繋ぎ目なしに
成形可能

成形品一例





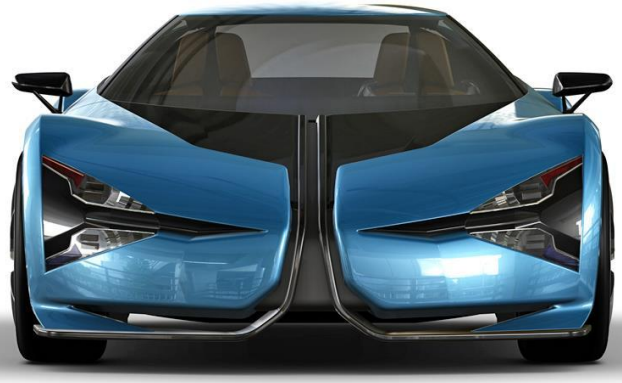




©2023 PUES Corporation

# PUES及び東京アールアンドデーグループ紹介





TOKYO R&D

㈱東京アールアンドデー

**車両開発**

VEHICLE R&D

PUES

㈱ピューズ

**EVシステム**

EV SYSTEM



JHI

株式会社JHI

**特殊ホース**
**複合材料**

SPECIALIZED HOSE
COMPOSITE MATERIAL



© Tokyo R&D Group

# XBRAID組紐との出会い(2023年展示会にて)



XBRAID組紐内圧成形
成形数:30個/型/日



プリプレグコキュア内圧成形
成形数:2~3個/型/日

グループが有する内圧成形及び複合材開発技術を活かし、複雑形状パイプ製造コスト低減へ期待できるのでは!?

©2023 PUES Corporation

# XBRAID組物の特徴

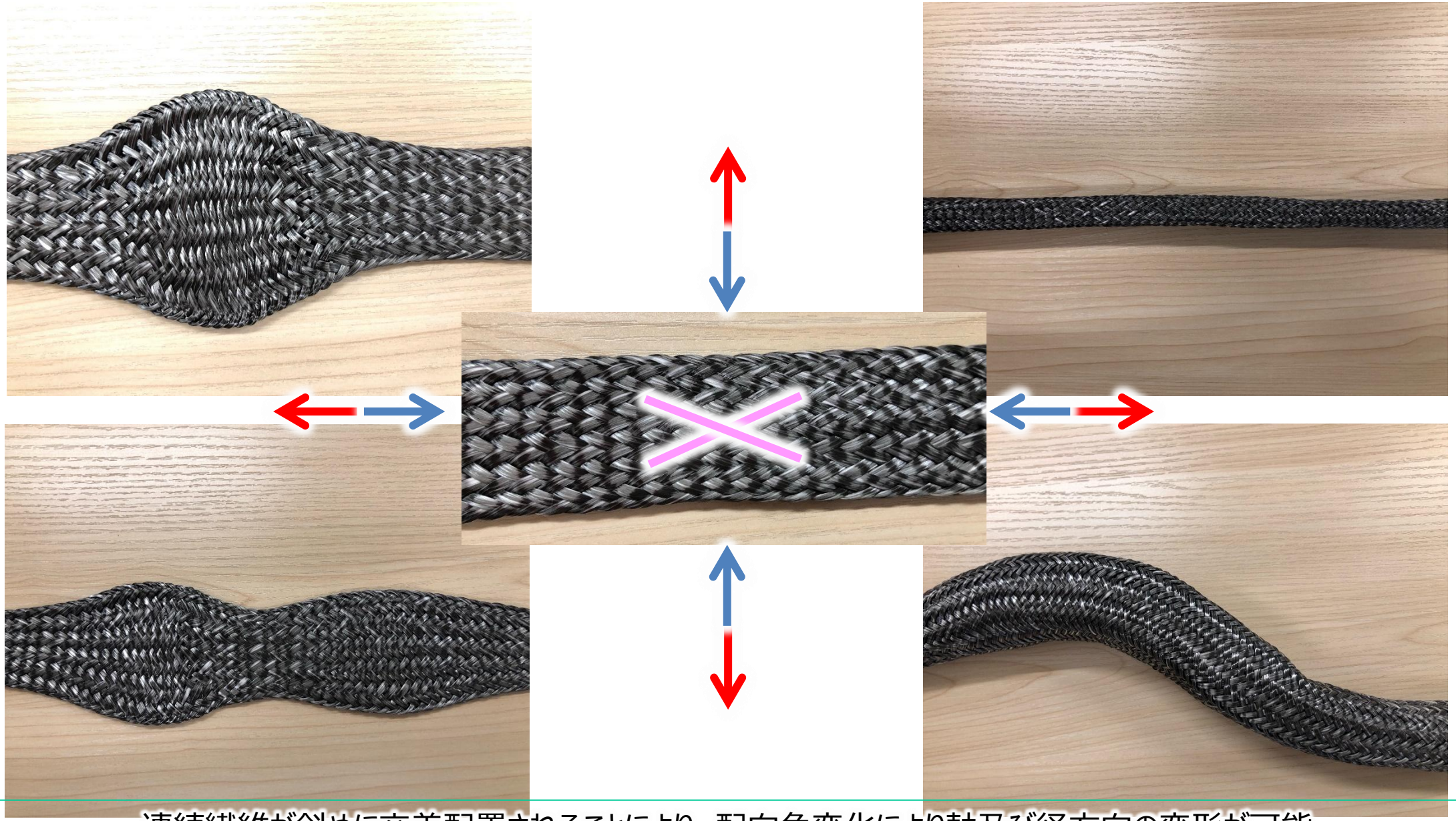




予め樹脂繊維と組まれてる為、RTM成形の様に別途樹脂注入は不要。

©2023 PUES Corporation

# XBRAID組物の特徴



連続繊維が斜めに交差配置されることにより、配向角変化により軸及び径方向の変形が可能

形状自由度の高い材料→繊維分断による強度剛性低下無く複雑な形状成形可能

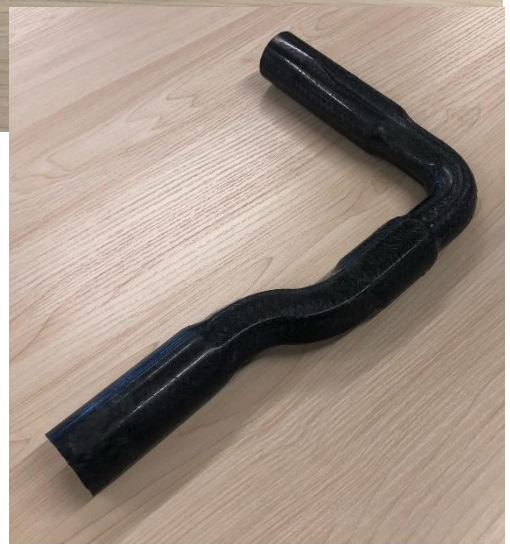
©2023 PUES Corporation

# XBRAID組物の特徴













形状自由度の高い熱可塑性材料→ラフな材料配置、加圧加熱により、型に応じた形状に短時間で成形可能。

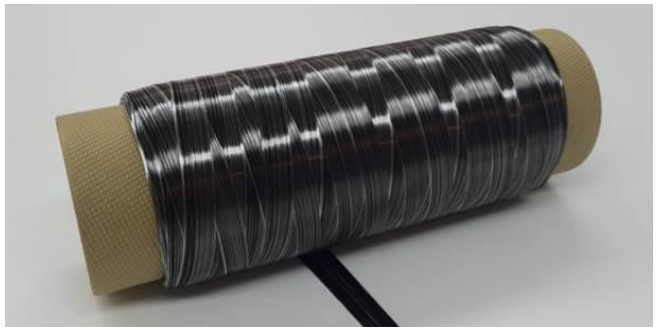
©2023 PUES Corporation

# 共同開発体制

三菱ガス化学

**樹脂製品・技術**

**プリプレグ製造**



SILTEX
Flecht- und Isoliertechnologie

**製紐技術**



PUES

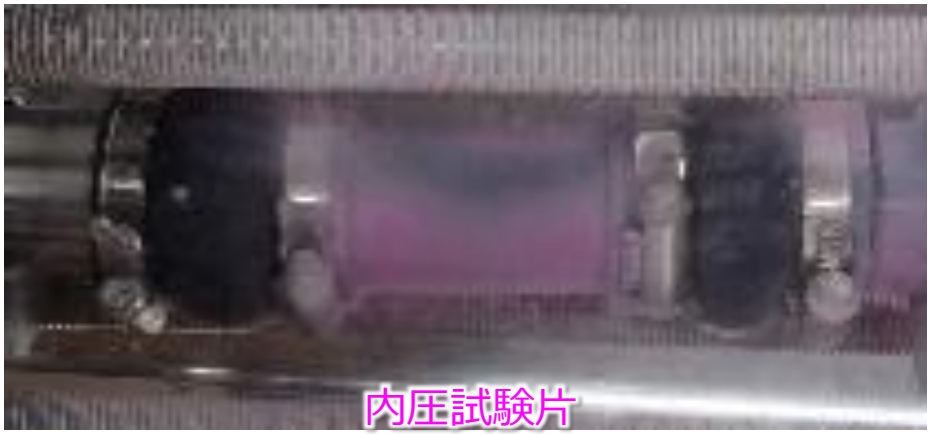
**提案・設計・成形・加工技術**



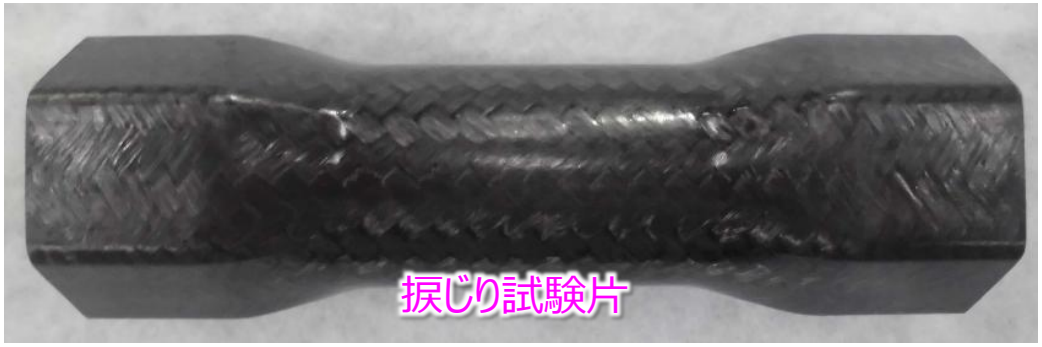
2024年より三菱ガス化学様、SILTEX様に協力いただき開発をスタート

©2023 PUES Corporation

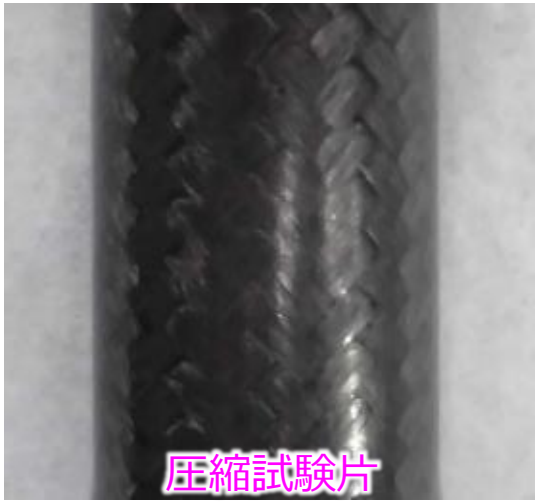
# XBRAID試作例



内圧試験片



捩じり試験片

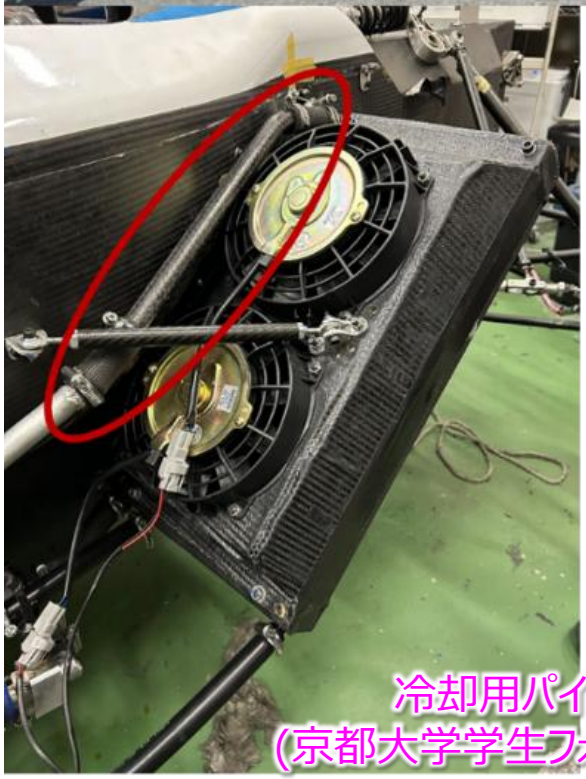


圧縮試験片



圧縮試験後
(繊維分断及びナイフエッジ無し)



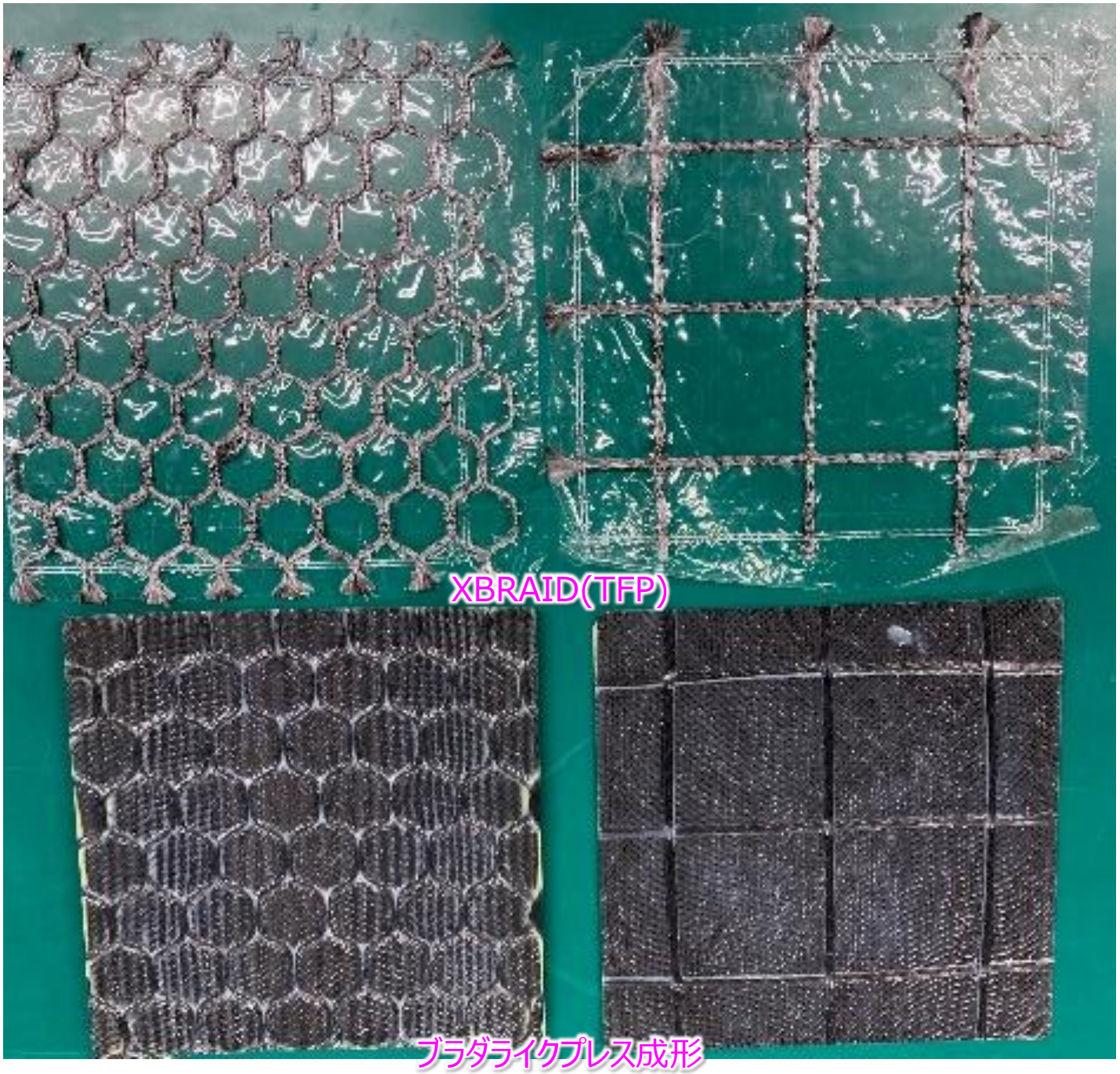





冷却用パイプ
(京都大学学生フォーミュラ)

©2023 PUES Corporation

# XBRAID(TFP)試作例



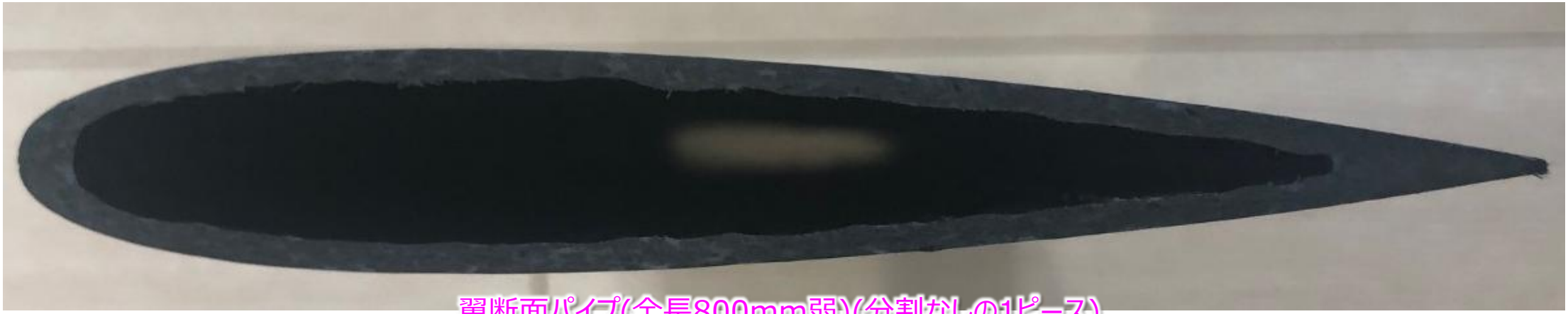

ブラダライクプレス成形



TFP適用の内圧成形(上図はイメージ)

©2023 PUES Corporation

# XBRAID試作納入例



翼断面パイプ(全長800mm弱)(分割なしの1ピース)

約100本納入。(納入先にて試験評価中)

©2023 PUES Corporation

# XBRAID試作納入例



ゴルフバックハンドル(スポーツライフプラネッツ様)
プリプレグコキュア内圧成形



ゴルフバックハンドル(スポーツライフプラネッツ様)
XBRAID組紐内圧成形

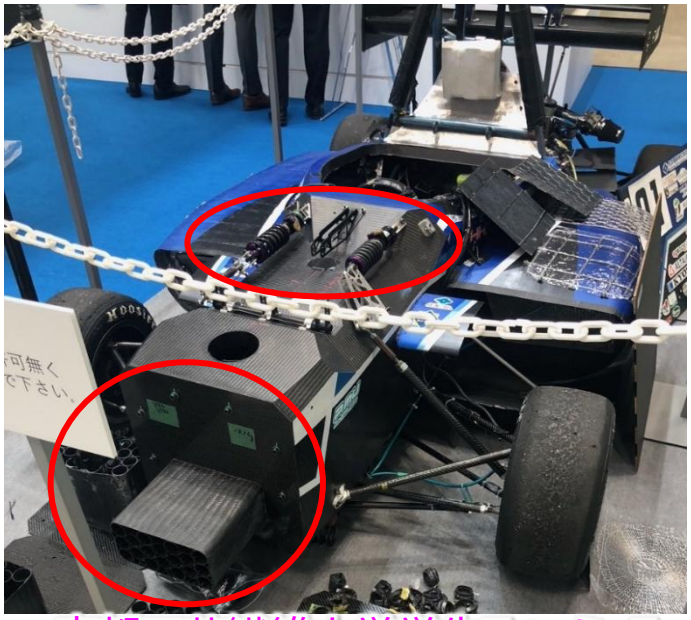


最大成形数実績：60個/型(2本どり)/日

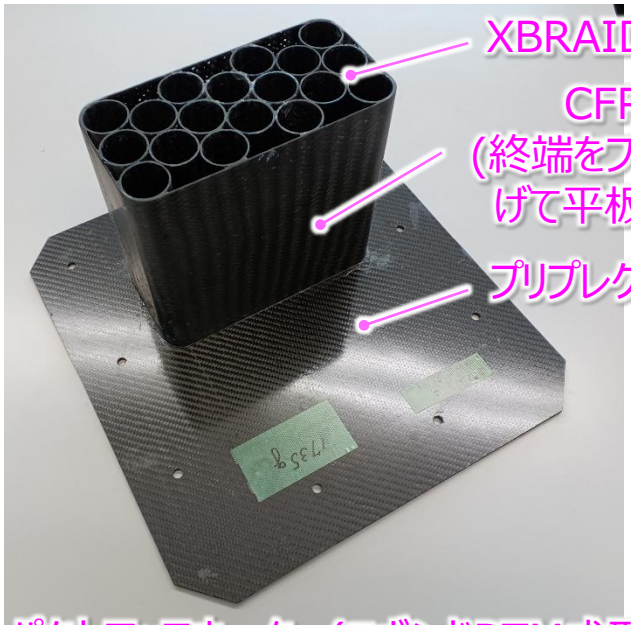
2025年150本納入。今後増産予定。

©2023 PUES Corporation

# CFRP組紐試作例



京都工芸繊維大学学生フォーミュラ




インパクトアッテネーター(コボンドRTM成形)
(多重配管衝撃吸収体)



インパクトアッテネーター圧縮試験動画



CFRP組紐コイルスプリング(RTM成形)



インパクトアッテネーター圧縮試験後

XBRAID組紐の試作として、2025年よりCF組紐と熱硬化樹脂を組み合わせたCFRP組紐試作成形取組みスタート

©2023 PUES Corporation

# CFRP組紐コイルスプリング



CFRP組紐コイルスプリング(RTM成形)(予め複数層被さったCF組紐を適用)



繰返し試験動画

繰返し試験10万回破損無し!モビリティ、ロボット、他高速移動体など軽量化ニーズの高い製品へ適用提案中
XBRAID適用品は1,000個/型/日を目指して開発中!

©2023 PUES Corporation

# 試作納入例

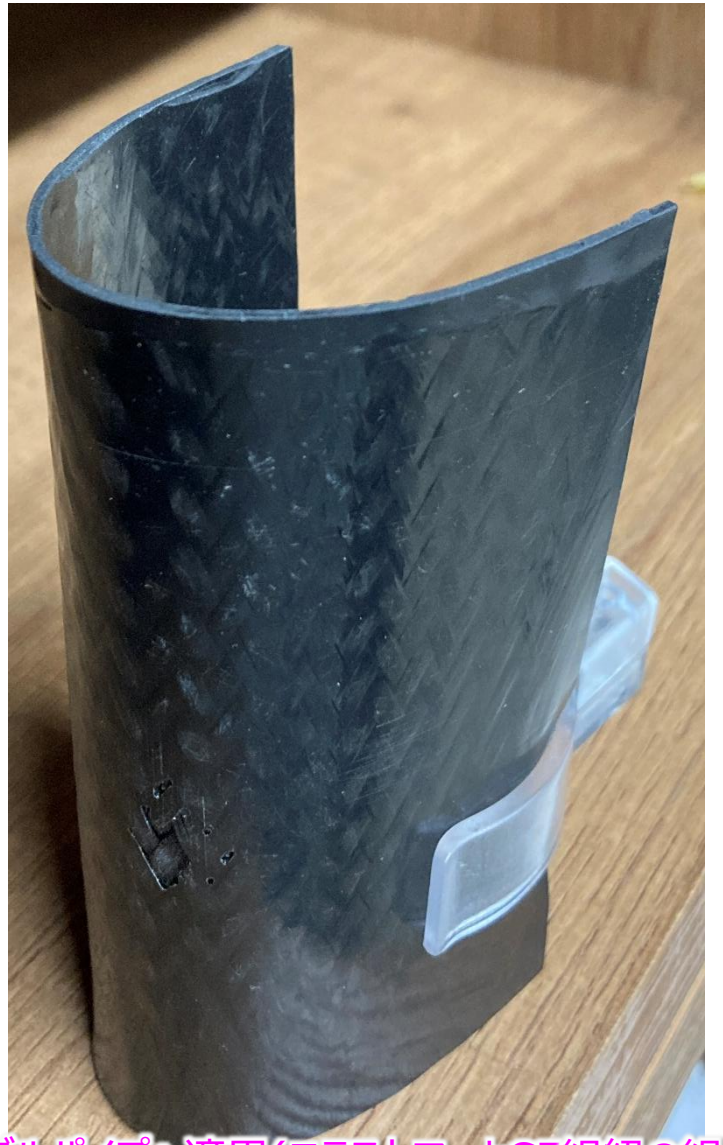


CFRP組紐冷却用パイプ(コボンド成形)
(JMIA-NEXT-FORMULA-PROJECT用)

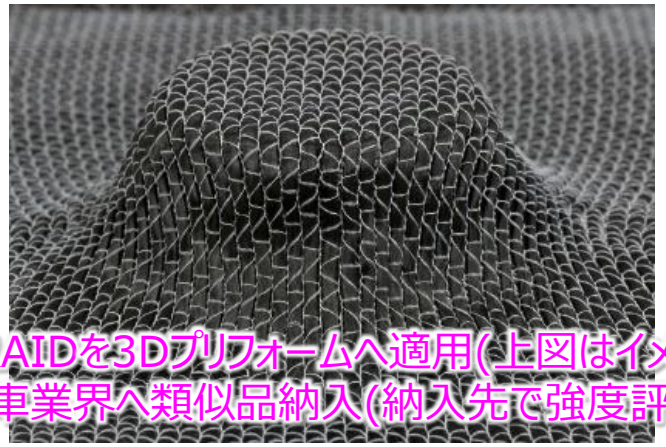
台上耐圧試験クリヤ。今後実走評価予定。他宇宙業界へ同様成形品納入(納入先で強度評価予定)

©2023 PUES Corporation

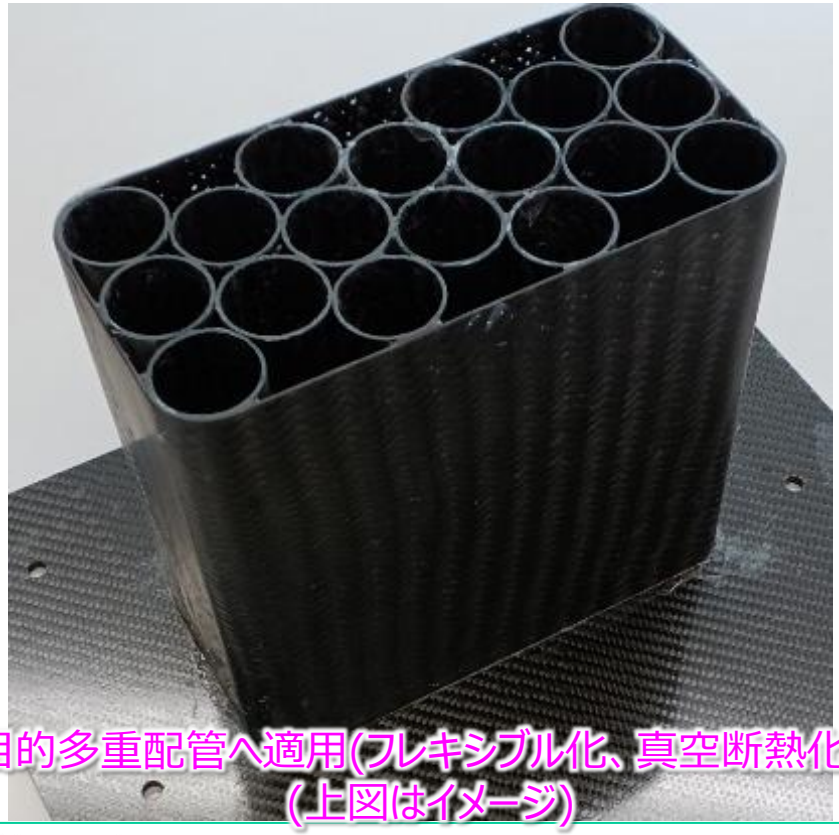
# その他応用案



フレキシブルパイプへ適用(エラストマーとCF組紐の組合わせ)
(上図はイメージ)



XBRAIDを3Dプリフォームへ適用(上図はイメージ)
自動車業界へ類似品納入(納入先で強度評価中)

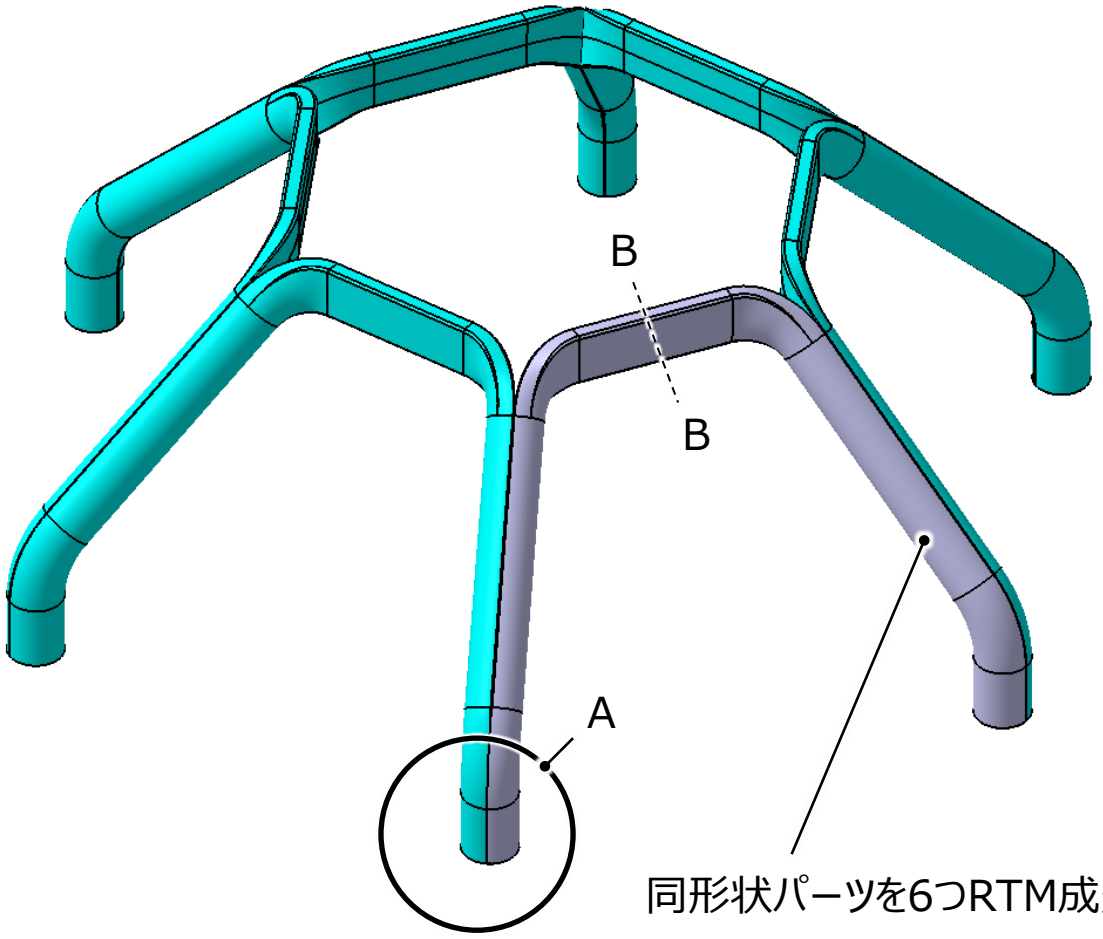


多目的多重配管へ適用(フレキシブル化、真空断熱化など)
(上図はイメージ)

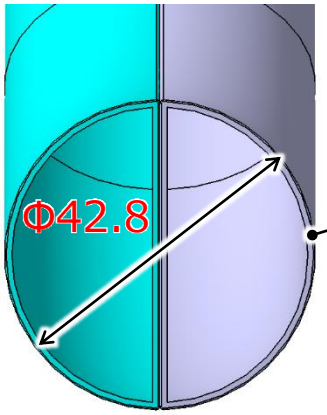
適用幅拡大を目指します。

©2023 PUES Corporation

# 新規試作品①

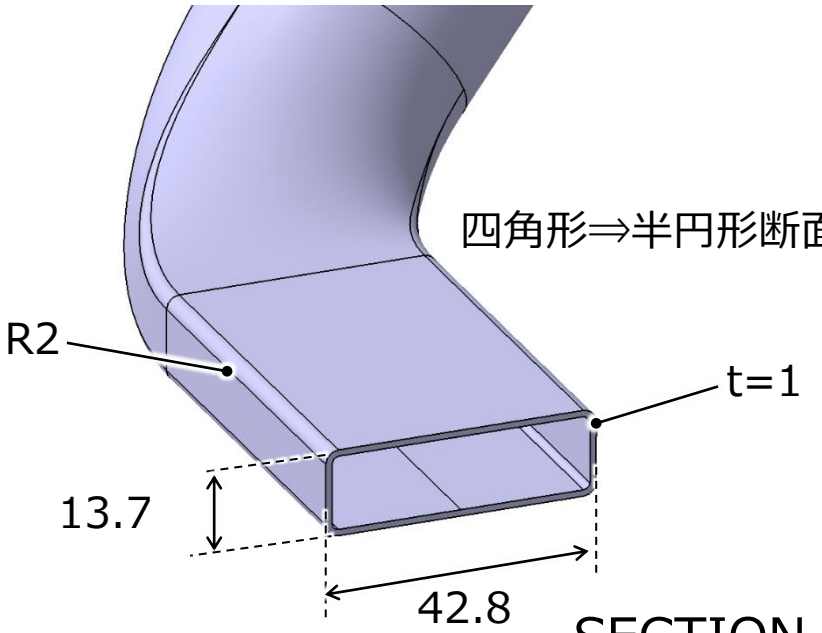



サイズ:φ850x300mm




アーム部は半円形断面
アーム同士を平面部突合せ

DETAILE A

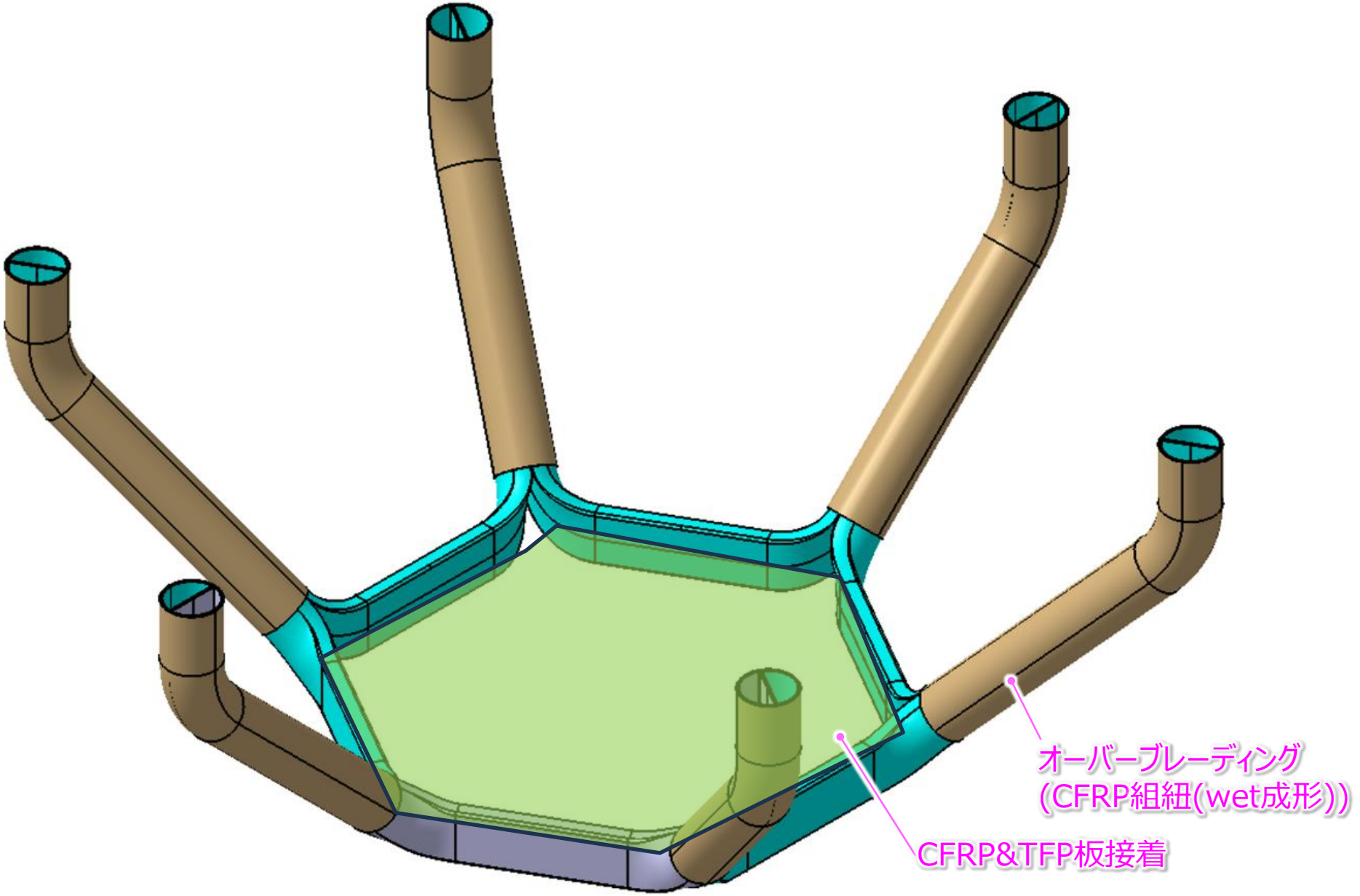



SECTION BB

成形型コストを抑えた構造及び製法によるフレームのご提案。

©2023 PUES Corporation

# 新規試作品①




成形型コストを抑えた構造及び製法によるフレームのご提案。

©2023 PUES Corporation

# 新規試作品①







各アームの結合方法を変えてます。実際に剛性感差異を体感ください。





アーム単品(148g)



TFP面(放射状繊維配置)

東1-3ホール三菱ガス化学様ブース(小間番号：S-24)で展示してます。是非お立ち寄り下さい!

©2023 PUES Corporation

# 伝統技術との融合①





祇園祭開催前に出会った伝統的な釘や接着を使用しない伝統的な接合技術を適用できなか？！

©2023 PUES Corporation

# 伝統技術との融合①



伝統に培われた「紐を組む技」



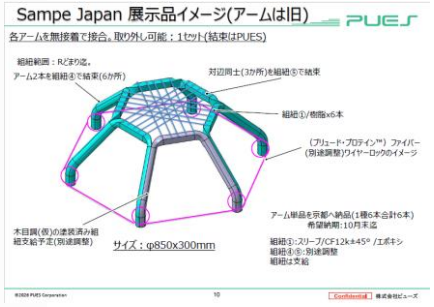
様々な用途を実現する「職人の手」



伝統と革新を併せ持つ「守破離」

昇苑くみひも

登録商標




昇苑くみひもへ京都の組紐を活用した結束加工ご相談し快諾いただく。

# 伝統技術との融合品①











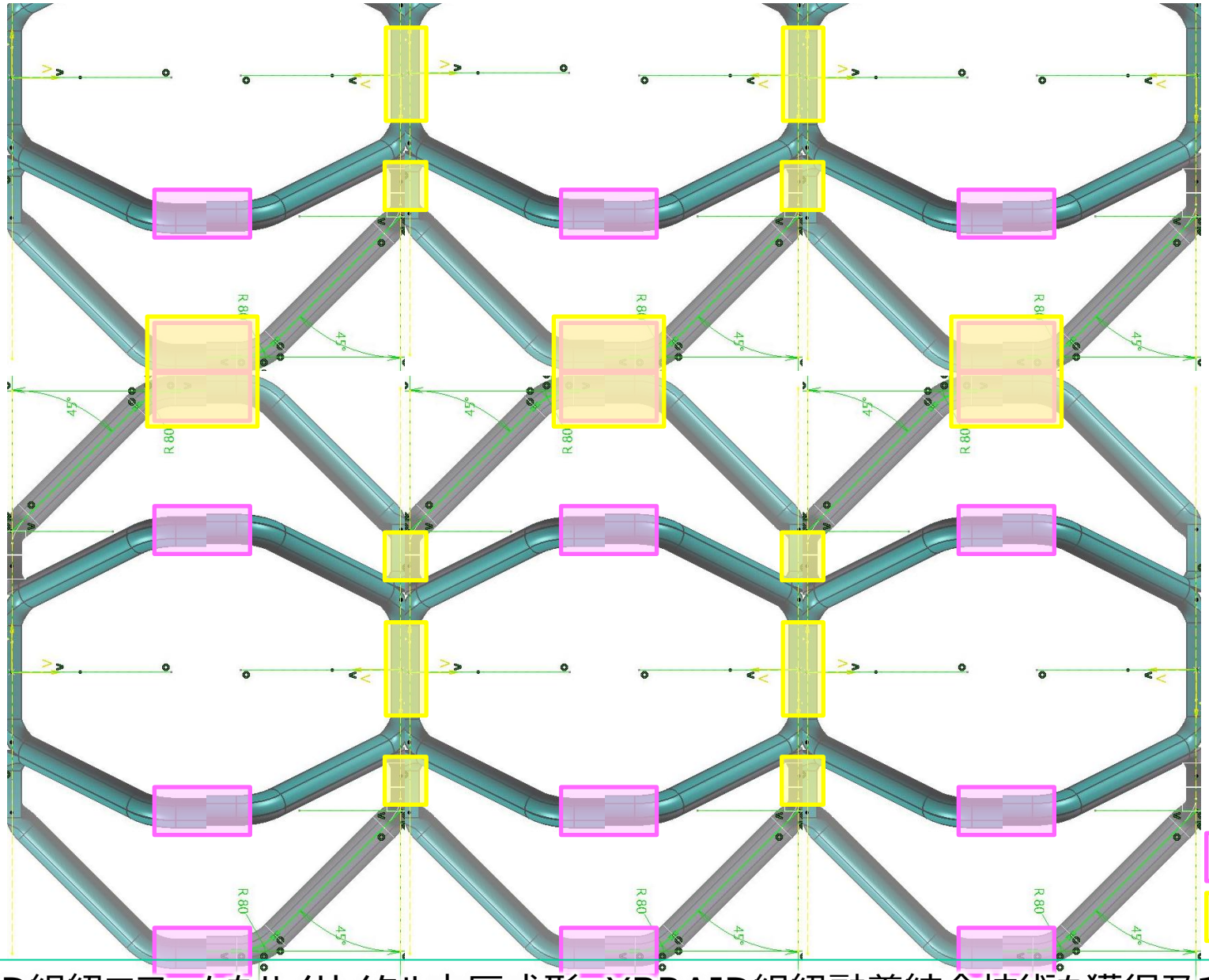




「新規試作品①(1,589g)」と「伝統技術との融合品①(1,748g)」の剛性及び座り心地差をご体感ください！

©2023 PUES Corporation

# 新規試作品①(応用例)




XBRAID組紐スリーブ

XBRAID組紐コード(中実)

XBRAID組紐でアームをハイサイクル内圧成形、XBRAID組紐融着結合技術を獲得及び適用して、
大型構造物へ展開を目指します。

©2023 PUES Corporation

# 伝統技術との融合品②



硬化前の炭素繊維織物などへプリント後VaRTM成形→塗装コスト低減及び新表現創出に期待!

©2023 PUES Corporation

# 展示品










ご清聴ありがとうございました。

東1-3ホール三菱ガス化学様ブース(小間番号：S-24)で展示してます。

是非お立ち寄り下さい!

©2023 PUES Corporation