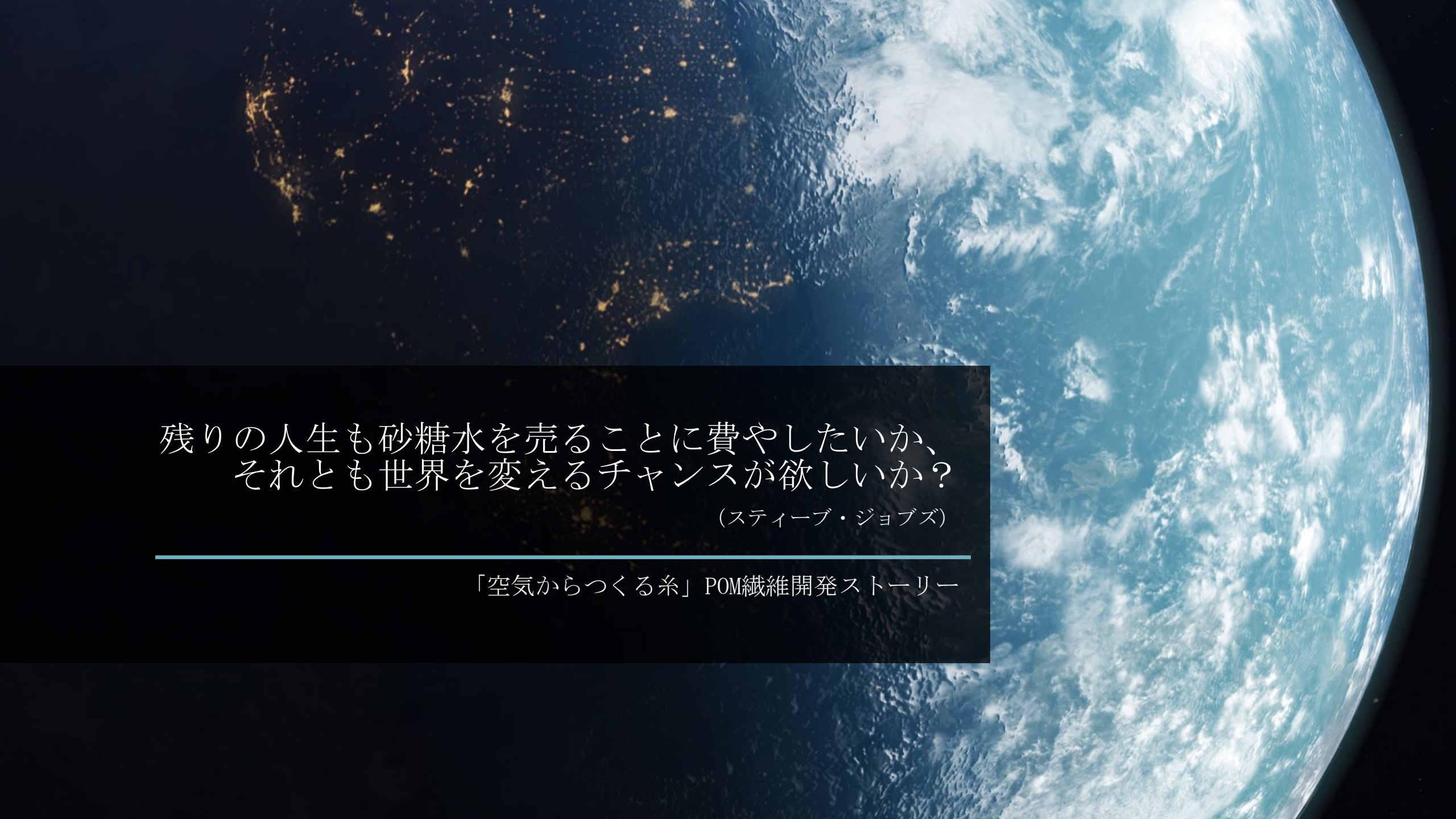


# 「空気からつくる糸」

圓井纖維機械株式会社

株式会社プレジール



残りの人生も砂糖水を売ることには費やしたいか、  
それとも世界を変えるチャンスが欲しいか？

(スティーブ・ジョブズ)

---

「空気からつくる糸」POM繊維開発ストーリー

# 多岐に渡る、糸の応用。

---



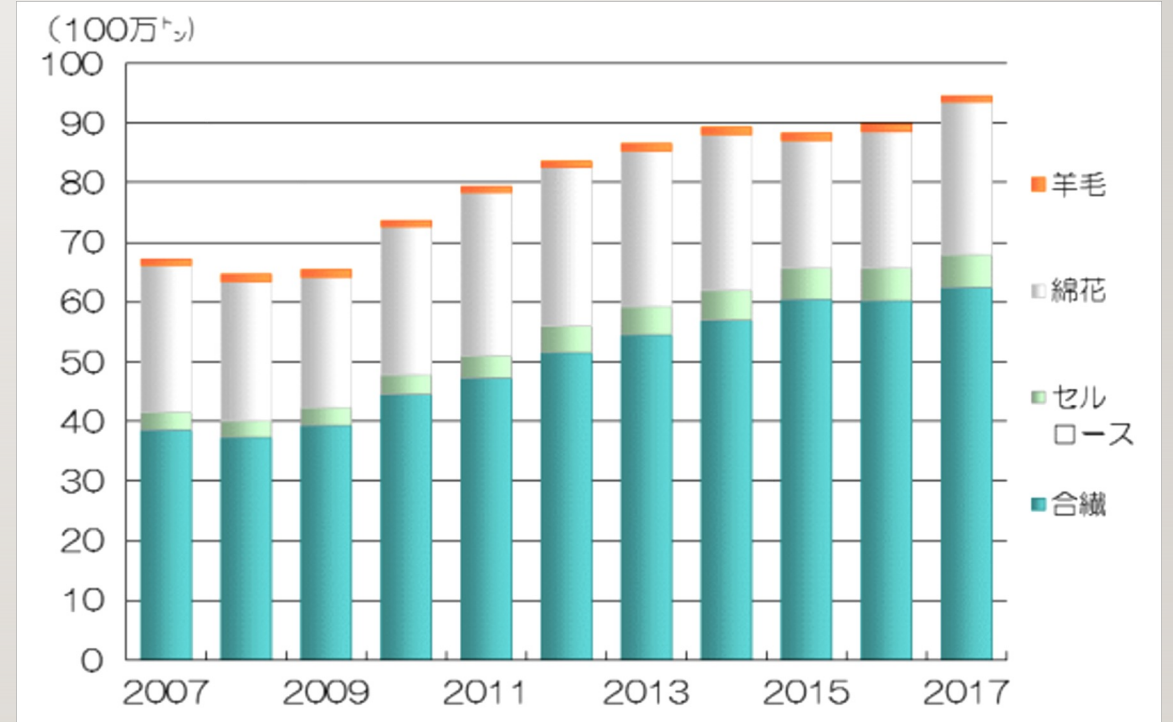
わたしたちの身のまわりには、

様々な場所に糸（繊維）が使用されている。



# 世界人口の増加と 消費力の向上。

上昇する繊維生産量。  
その7割を合成繊維が占める。



(日本石油化学工業協会：<https://www.jpca.or.jp/statistics/annual/seni.html>)



# 三大合成繊維

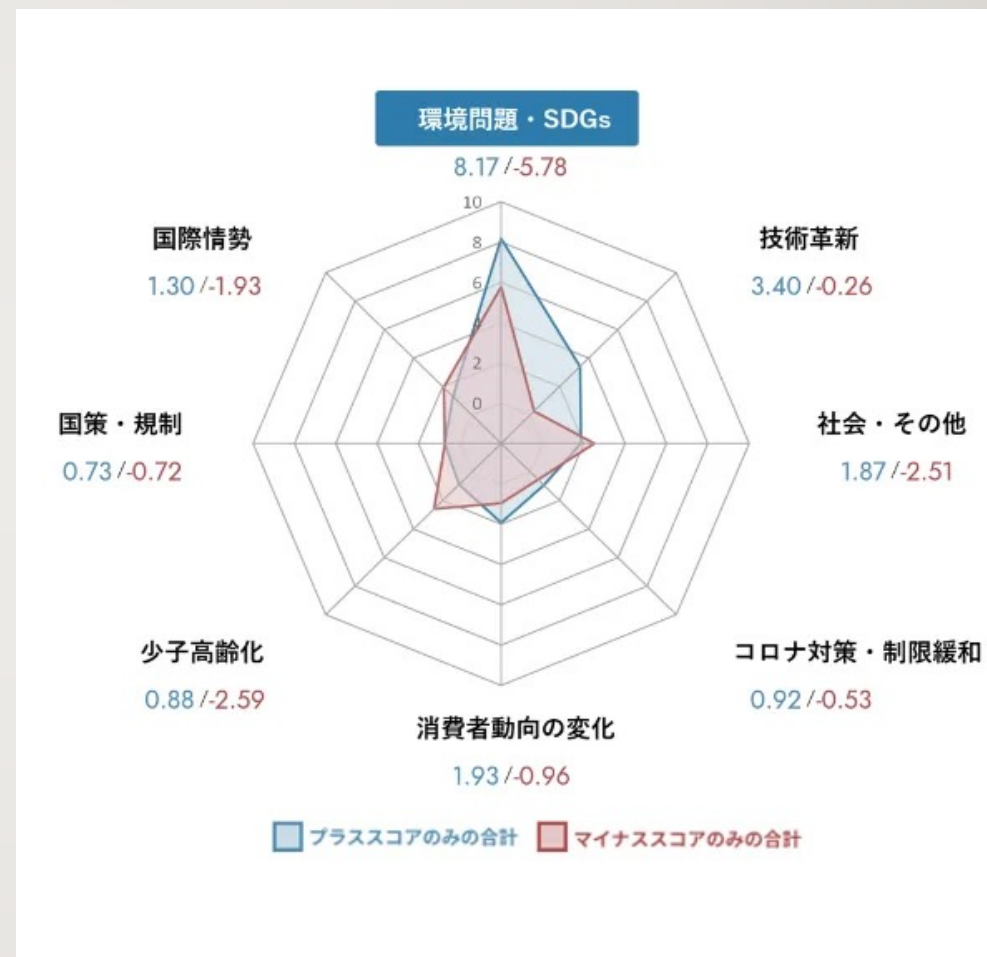
(ポリエステル・ナイロン・アクリル)

その全てが、石油からできている。



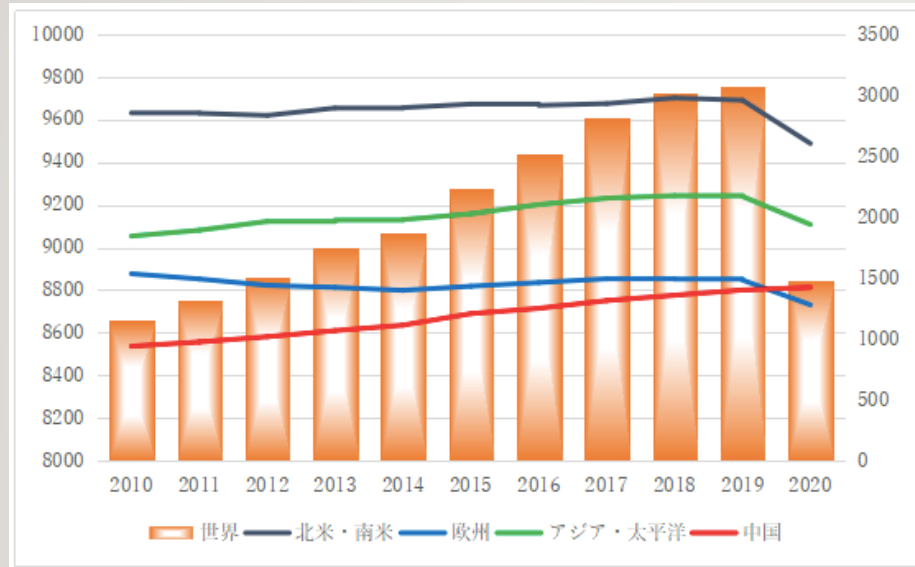
# AIによる分析グラフ

「繊維業界が今後影響を受けるトピック」



# 石油枯渇問題への懸念

---



([https://www.oanda.jp/lab-education/oil\\_basic/oil3/oil\\_production\\_consumption/](https://www.oanda.jp/lab-education/oil_basic/oil3/oil_production_consumption/))



(<https://www3.nhk.or.jp/news/html/20220218/k10013486591000.html>)

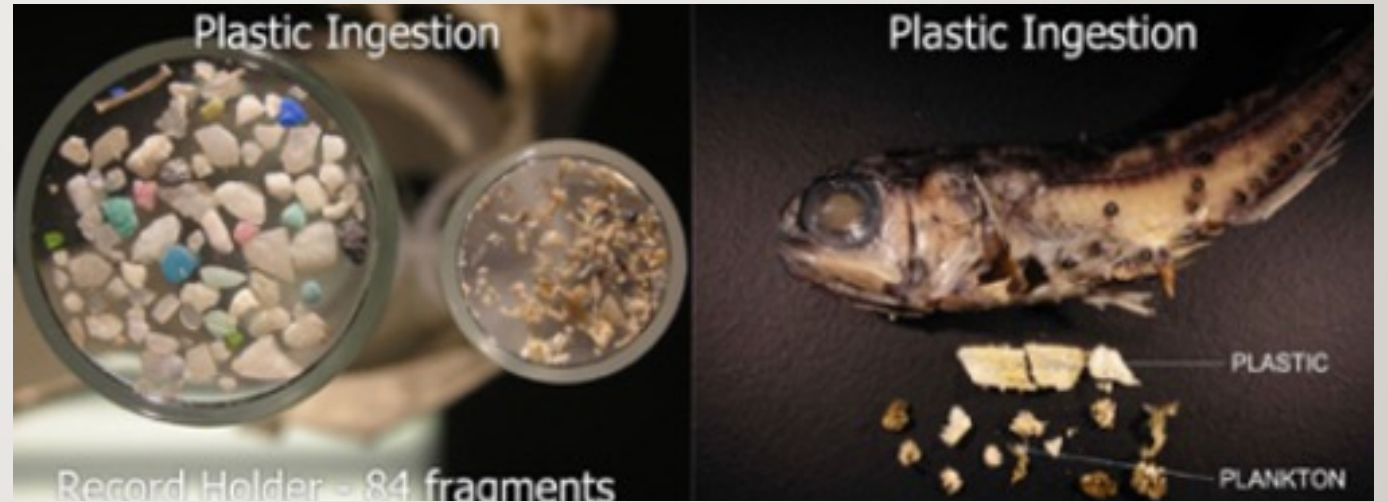
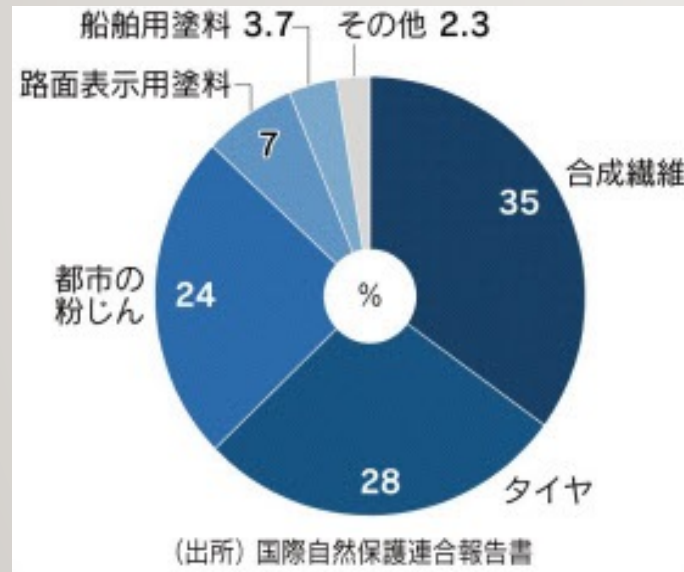
---

## 廃棄（リサイクル）問題



# 海洋マイクロプラスチック問題

海洋プラスチックごみのうち最も多いのは、洗濯くずなどから出る合成繊維である。





海洋プラスチックごみは、2050年には魚を上回ると警告されている。



# 国連貿易開発会議 (UNCTAD)



---

ファッション業界は世界第二位の環境汚染産業である。

---

ファッション業界は、毎年930億立方メートルという、500万人ものニーズを満たすのに十分な量の水を使用し、約50万トンものマイクロファイバー（石油300万バレルに相当）を海洋に放棄している。

---

温室効果ガス（GHG）排出量は合計12億トンのCO<sub>2</sub>に相当、国際航空業界と海運業界を足したものよりも多い量を排出している。

環境省説明資料

([https://www.caa.go.jp/policies/future/topics/meeting\\_006/materials/assets/future\\_caa\\_cms201\\_1209\\_02.pdf](https://www.caa.go.jp/policies/future/topics/meeting_006/materials/assets/future_caa_cms201_1209_02.pdf))





# H&M、大胆な新サステナビリティ目標を発表

ニュース

Celia Shatzman | Contributor

[著者をフォローする](#)

[記事を保存する](#)

[SHARE](#)

## H&Mグループ、年次&サステナビリティレポート2022を発表


### 駆け巡る繊維業界の危機感

使用する素材の84%がリサイクルまたはサステナブルに調達へと切り替わるなど、サステナビリティの取り組みにおける進捗を開示

3/13, 2023







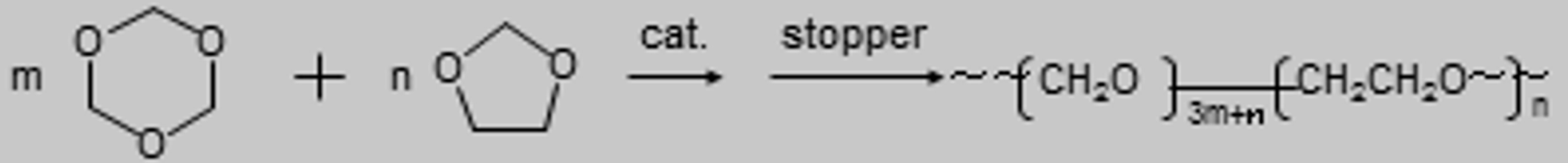
根本的な才能とは、自分に何かができる  
と信じることだ。(ジョン・レノン)



新しい合成繊維が  
必要とされている。

- 脱石油
- マイクロプラスチック問題の解決（生分解性）
- リサイクル性
- SDGs・サステナビリティ
- 量産性（大量生産の実現可能）
- 汎用性・機能性（あらゆる繊維製品に適合）

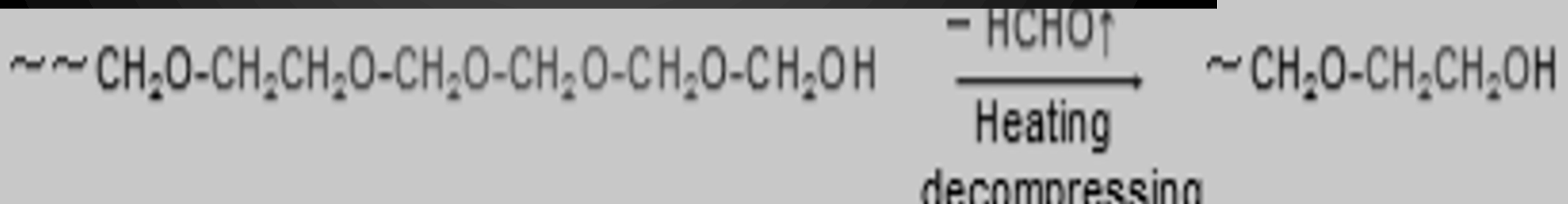




1,3,5-Trioxane    1,3-Dioxolane (co-monomer)

# ポリアセタール樹脂に注目

POM = ポリアセタール (polyacetal) / ポリオキシメチレン (polyoxymethylene)



# ポリアセタール樹脂とは

---

- 天然ガスが原料のエンジニアリングプラスチック
- 石油製樹脂と比較し製造時発生CO2を減少
- 高いリサイクル性
- プラスチック用途として年間120万トン製造（量産が可能）

**BUT**

- この樹脂を安定的に繊維化できる技術がなかった。

# 既存のPOM樹脂の 製造工程



これまで、プラスチック用途には様々な製品に活用されてきた。  
しかし、この樹脂を使って安定的に繊維を作り出す技術は確立されていなかった。

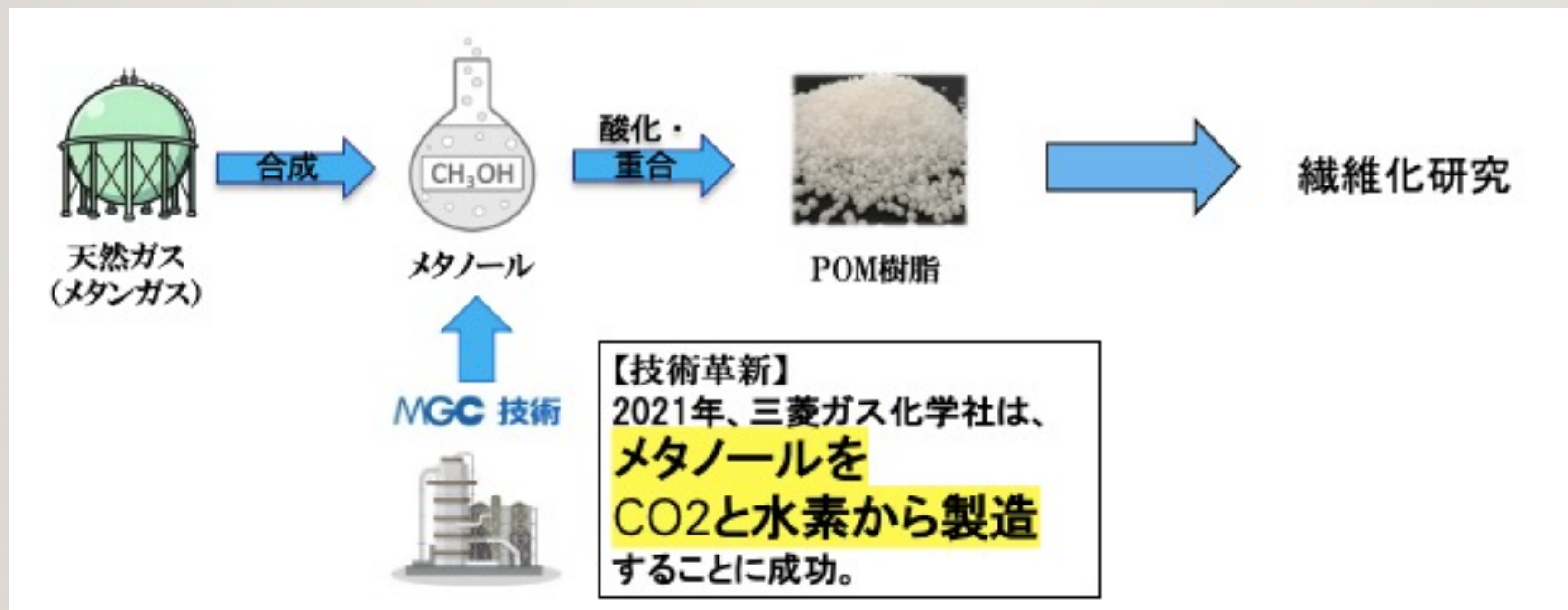




2021年、POM樹脂の製造工程  
に技術革新

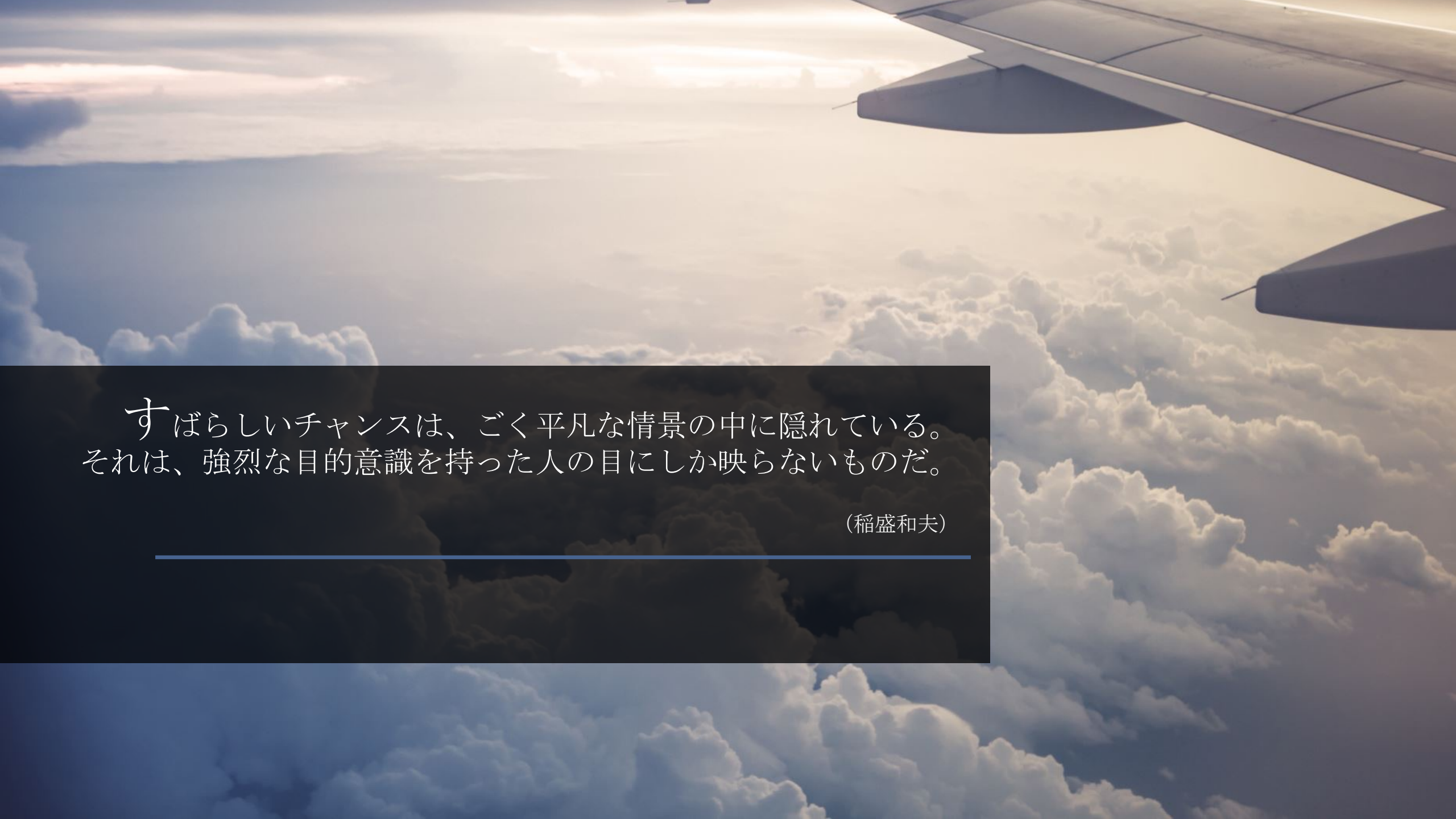
---

# 新しいPOM樹脂の製造工程



POMは空気 (CO<sub>2</sub>) からつくられることとなる。  
繊維化技術開発への期待は、一層高まりを見せる。





すばらしいチャンスは、ごく平凡な情景の中に隠れている。  
それは、強烈な目的意識を持った人の目にしか映らないものだ。

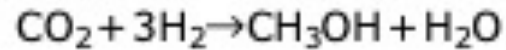
(稲盛和夫)

---

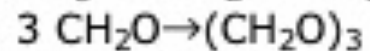
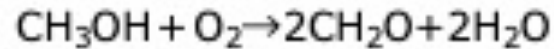


# 「空気からつくる」POM樹脂の新しい製造工程

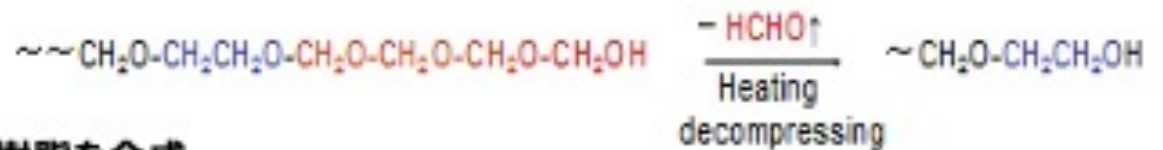
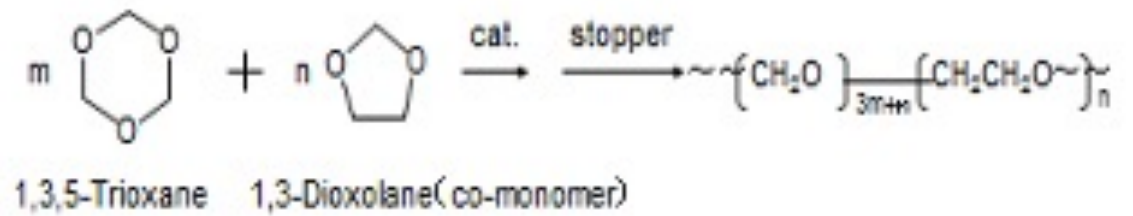
## Step-1 : 炭酸ガスと電解水素からメタノールを合成



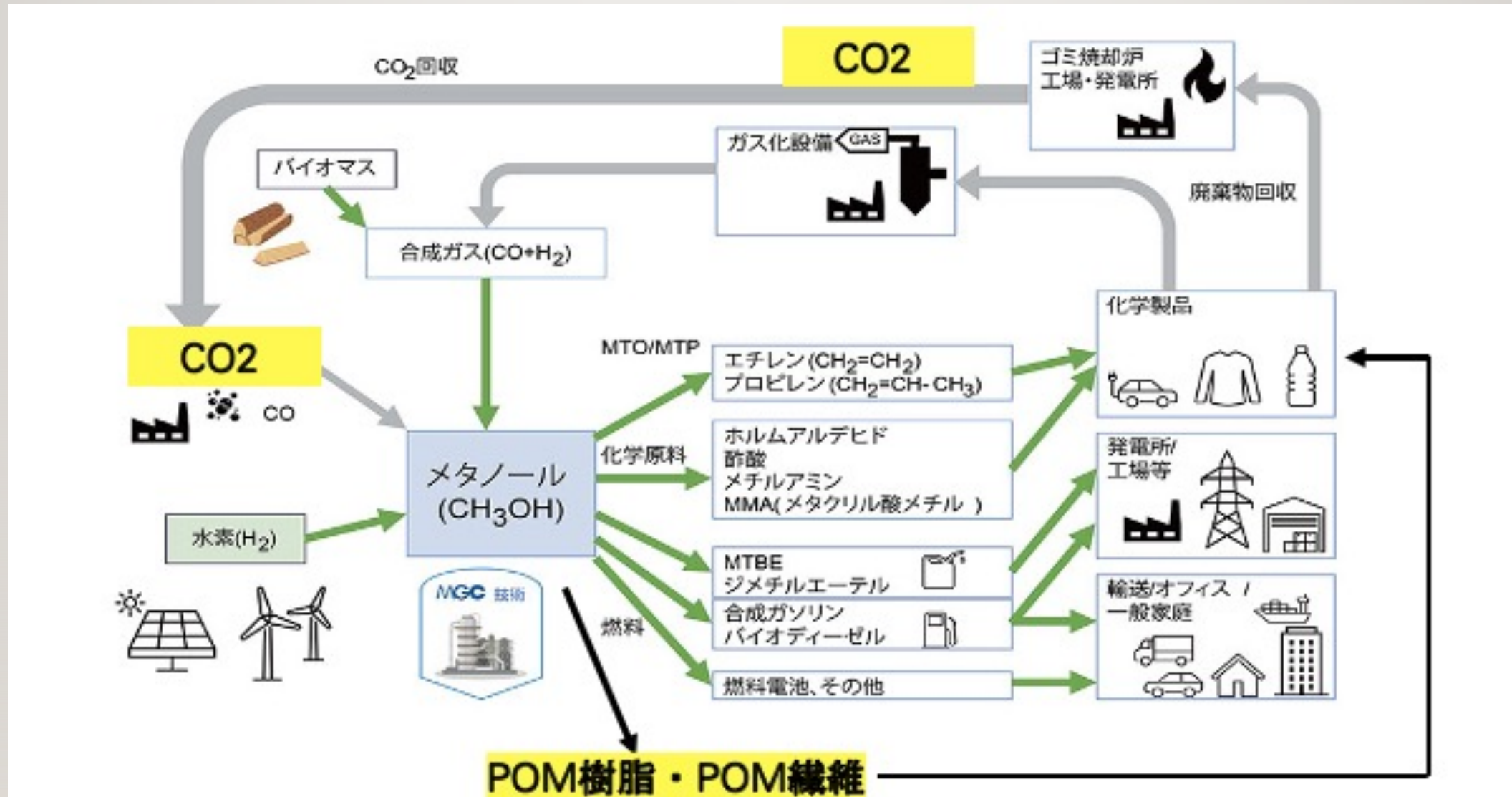
## Step-2 : メタノールからトリオキサンを合成



## Step-3 : トリオキサンと1,3-ジオキサランを重合してPOM樹脂を合成



# POM樹脂の目指す循環社会



廃棄された製品より発生したCO<sub>2</sub>から、再び樹脂を製造することができる。



POM樹脂の繊維化へ向け  
技術開発チームを結成

---



# TEAM LEADER

---

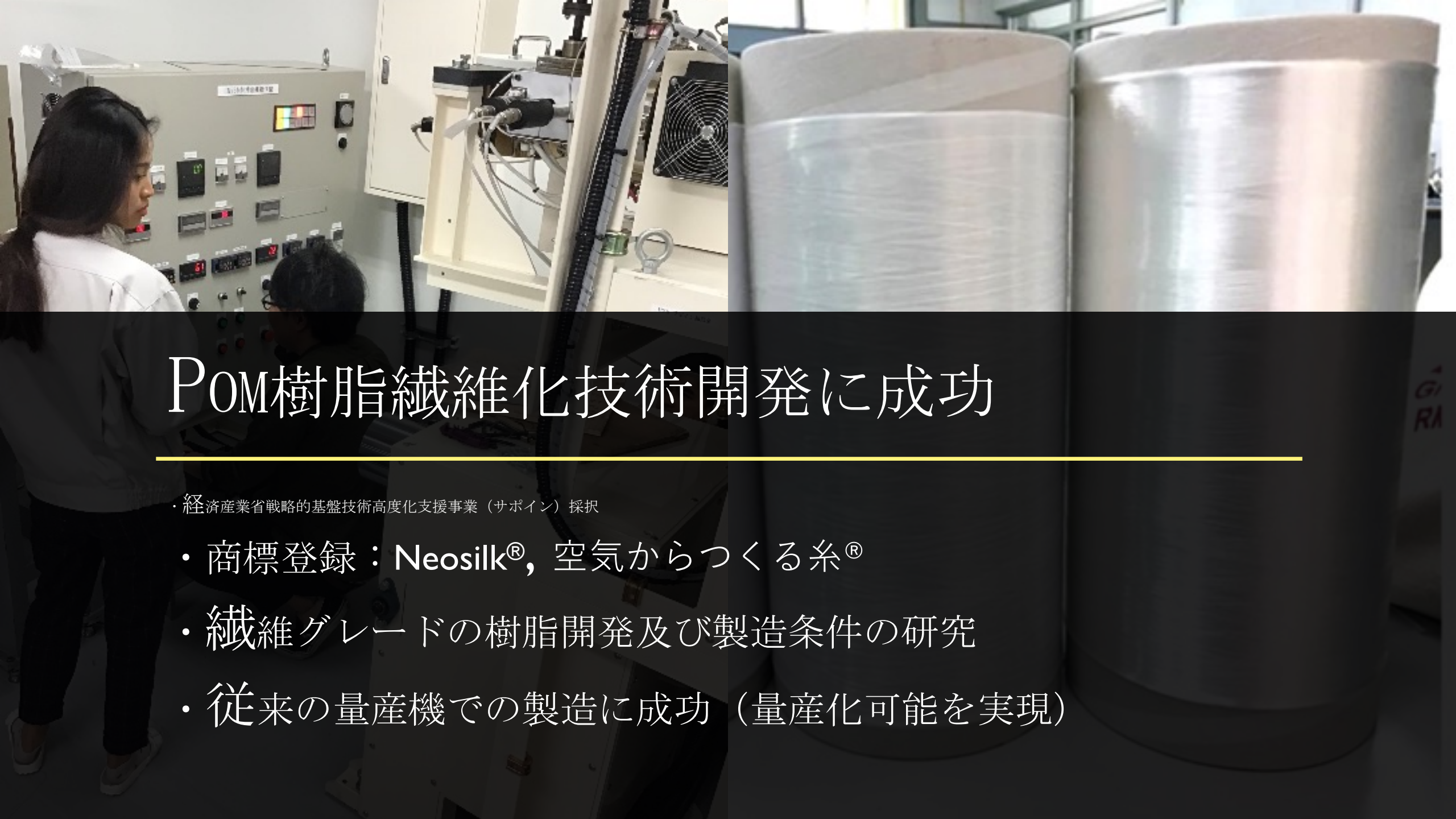
- 株式会社プレジール代表取締役 梅村俊和氏（博士：学術）

元三菱ガス化学株式会社常務取締役。元菱江化学（現三菱ガス化学トレーディング）株式会社代表取締役。過去にポリアセタール樹脂の製造技術を革新し、海外生産拠点数カ所の設立にも従事。ポリアセタールを含む樹脂の製造技術・物性に関する第一人者。

- 圓井繊維機械株式会社代表取締役 圓井良氏（博士：学術）

50年以上の経験を持つ繊維機械製造業社として数々の繊維機械・特注機械の製造に従事。繊維資材の研究開発事業も手掛ける。製造機のエンジニアリングと糸の加工技術を用いて、先端医療分野・航空宇宙分野等、他産業の資材開発へ繊維技術の応用を実践。繊維加工技術の可能性を追求する。

- 京都工芸繊維大学・ラジャマンガラ工科大学（タイ国）他、公設施



# POM樹脂繊維化技術開発に成功

・経済産業省戦略的基盤技術高度化支援事業（サポイン）採択

- ・商標登録：Neosilk<sup>®</sup>，空気からつくる糸<sup>®</sup>
- ・繊維グレードの樹脂開発及び製造条件の研究
- ・従来の量産機での製造に成功（量産化可能を実現）

# POM繊維 物性研究結果一覧

---

**サステイナブル性** (CO2を原料とする)

**リサイクル性** (繊維to繊維のリサイクルが可能)

**量産性** (原料の調達が容易・生産設備の建設が不必要)

**抗菌性、防臭性** (菌の繁殖をほぼゼロに抑える)

**接触冷感性** (ナイロンよりも高い数値を示す)

耐薬品、耐油、耐有機溶剤性、耐アルカリ性

耐加水分解性、耐クリープ性、耐摩擦、耐摩耗性、

ドレープ性、速乾性

◎**生分解性の付与**

多数の特性に加え、生分解性を付与することができると判明した。



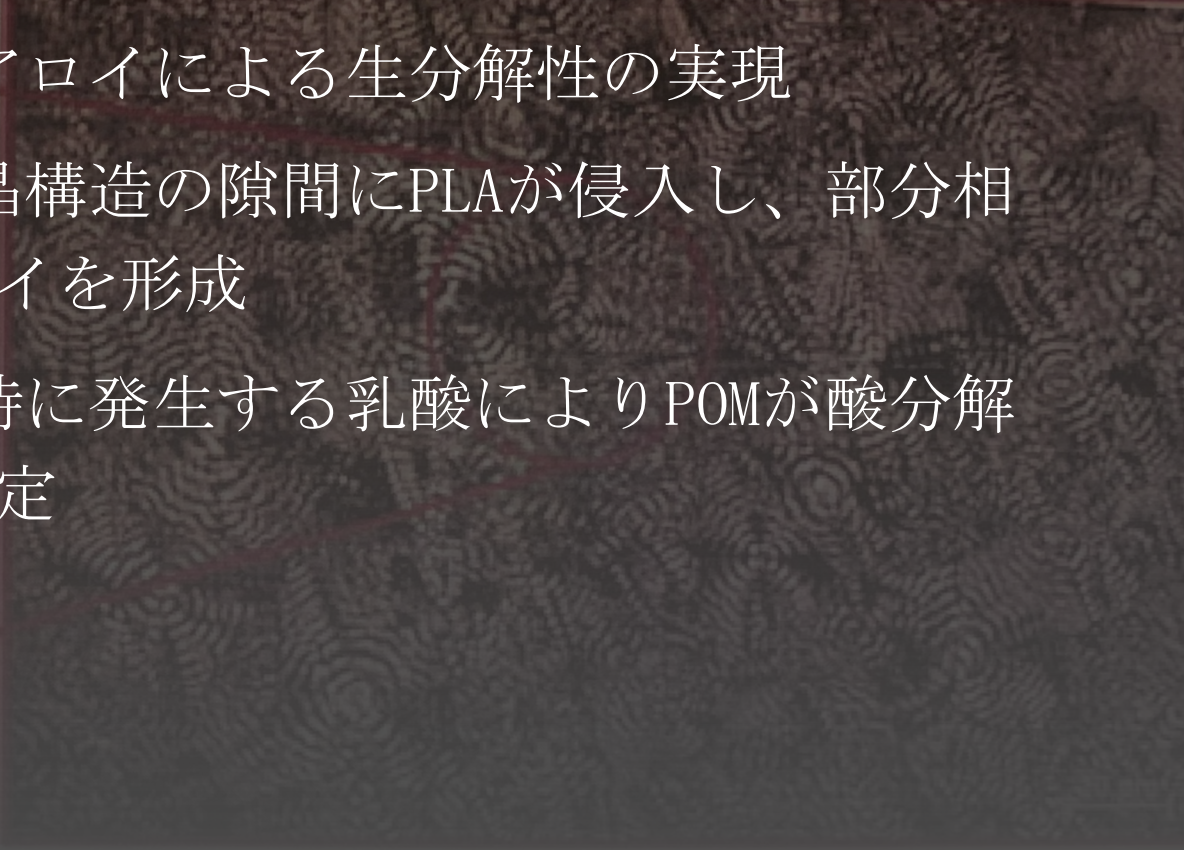
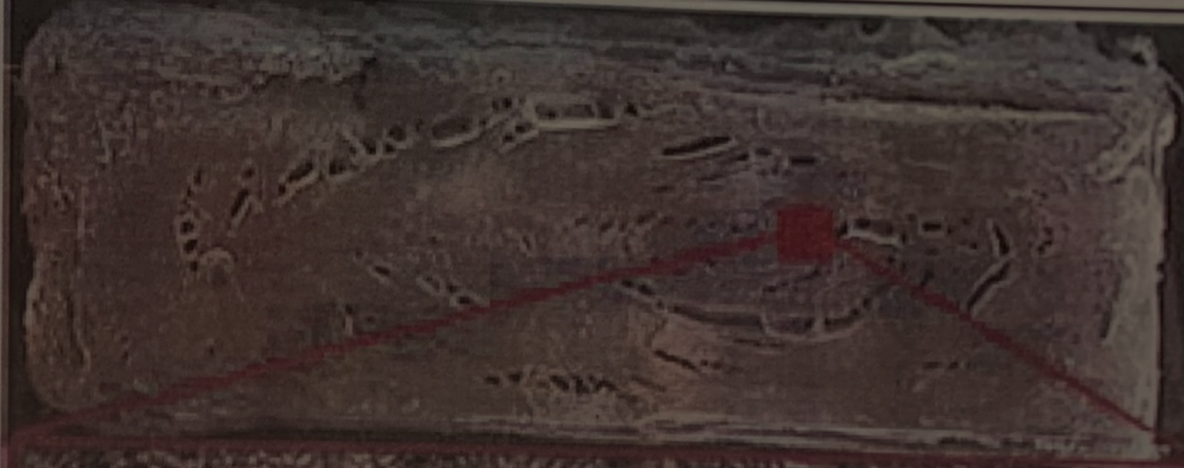


# POM繊維の生分解性

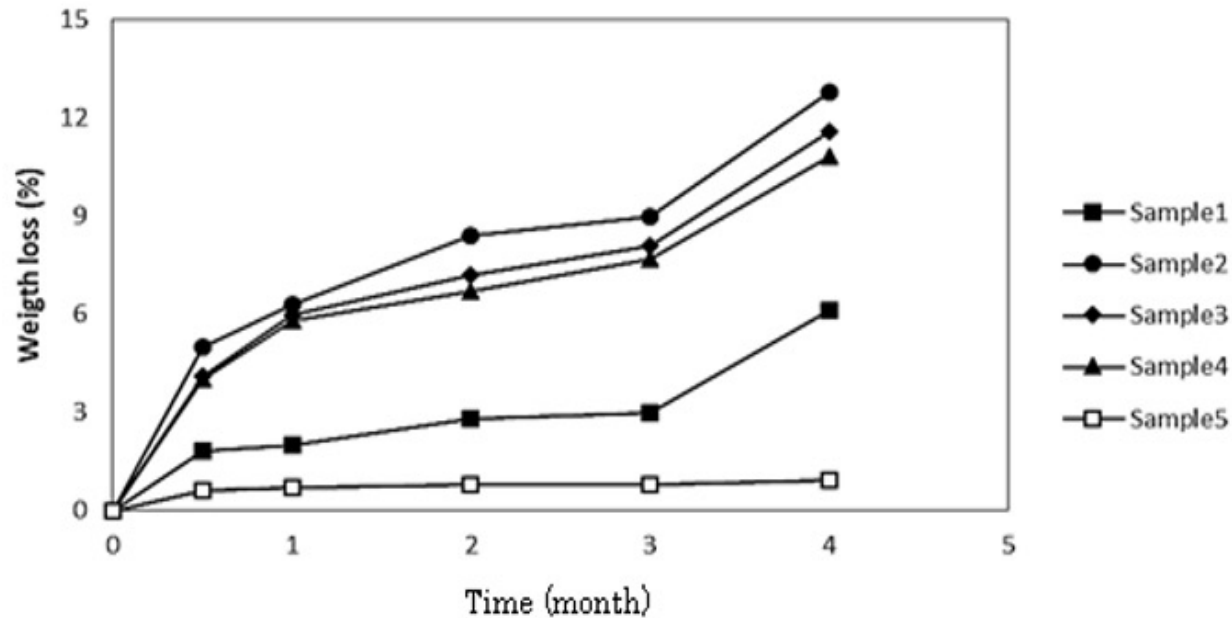
PLA phase

- POM/PLAアロイによる生分解性の実現
- POMの結晶構造の隙間にPLAが侵入し、部分相溶性アロイを形成
- PLA分解時に発生する乳酸によりPOMが酸分解すると推定

th direction



# POM/PLAアロイ繊維の 生分解性試験



**Fig-2 POM及びPOM/PLAアロイ繊維の生分解性試験**

NATURAL SEAWATER WAS COLLECTED FROM LAEMCHABANG PORT, CHONBURI,  
THAILAND. SEAWATER, WHICH IS 1 METER DEEP FROM SEA SURFACE, WAS COLLECTED.  
( Sample-1:POM100%, Sample-2 : PLA100%, Sample-3, 4 : POM/PLA=70/30,  
Sample-5 : Nylon6 )





1 貧困をなくそう



2 飢餓をゼロに



3 すべての人に健康と福祉を



4 質の高い教育をみんなに



5 ジェンダー平等を実現しよう



6 安全な水とトイレを世界中に



製造から廃棄まで。  
新時代を担う  
サステイナブル素材の完成。

- 繊維製品メーカー各社との製品開発と研究を開始
- 衣類・インテリア・寝具をはじめ、自動車内装・建築資材・釣り糸・漁網など、各産業資材への応用を検討中



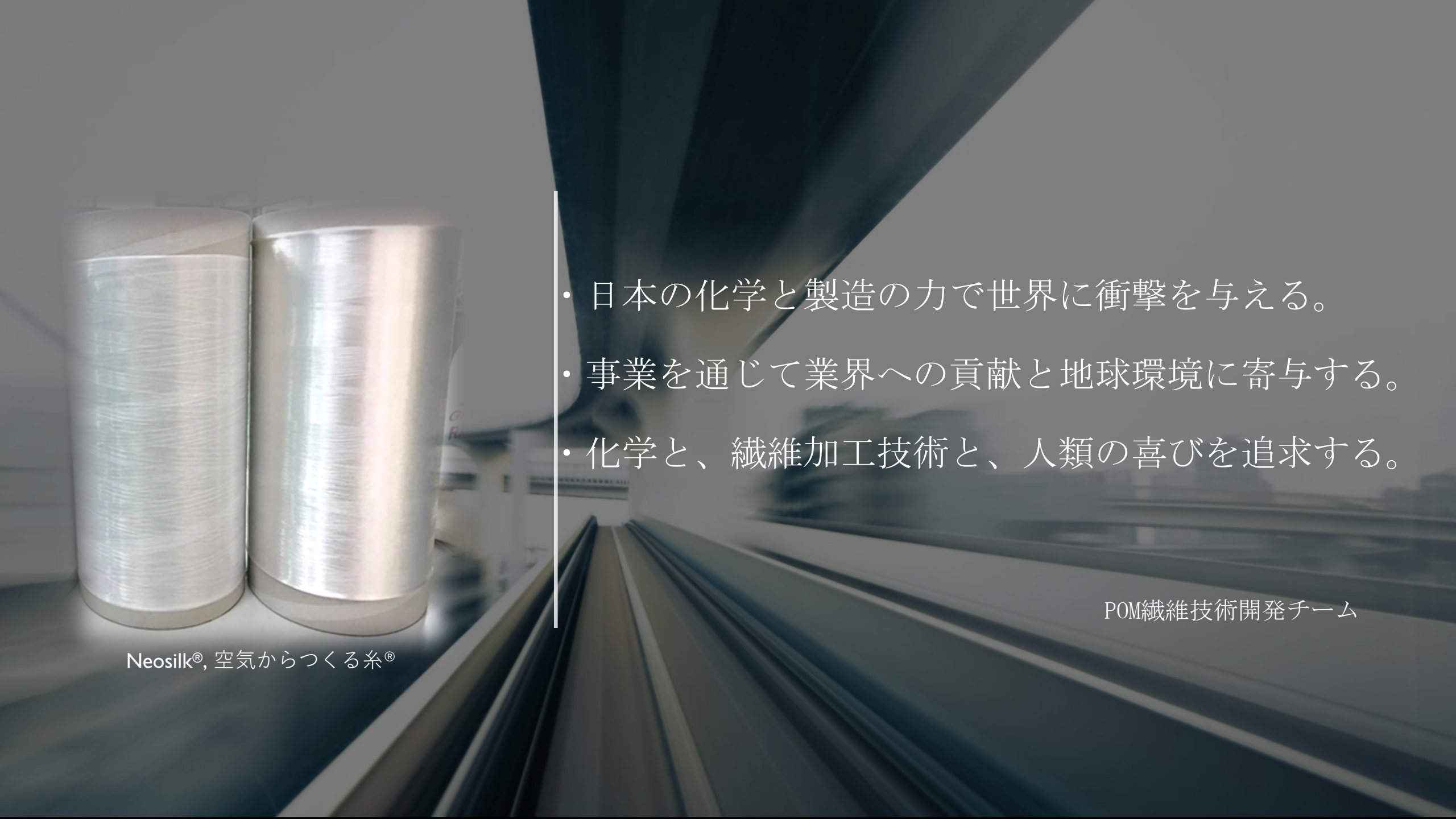




---

生き残る種とは、最も強いものではなく、最も知的なものでもない。  
最も変化に適応したものである。

(チャールズ・ダーウィン)

- 
- ・日本の化学と製造の力で世界に衝撃を与える。
  - ・事業を通じて業界への貢献と地球環境に寄与する。
  - ・化学と、繊維加工技術と、人類の喜びを追求する。

Neosilk®, 空気からつくる糸®

POM繊維技術開発チーム



---

# POM繊維物性データ

---

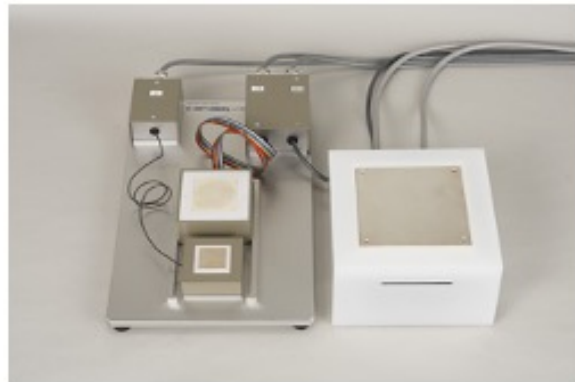


# 接触冷感性

## ◎ 素材差による熱伝導性相対比較

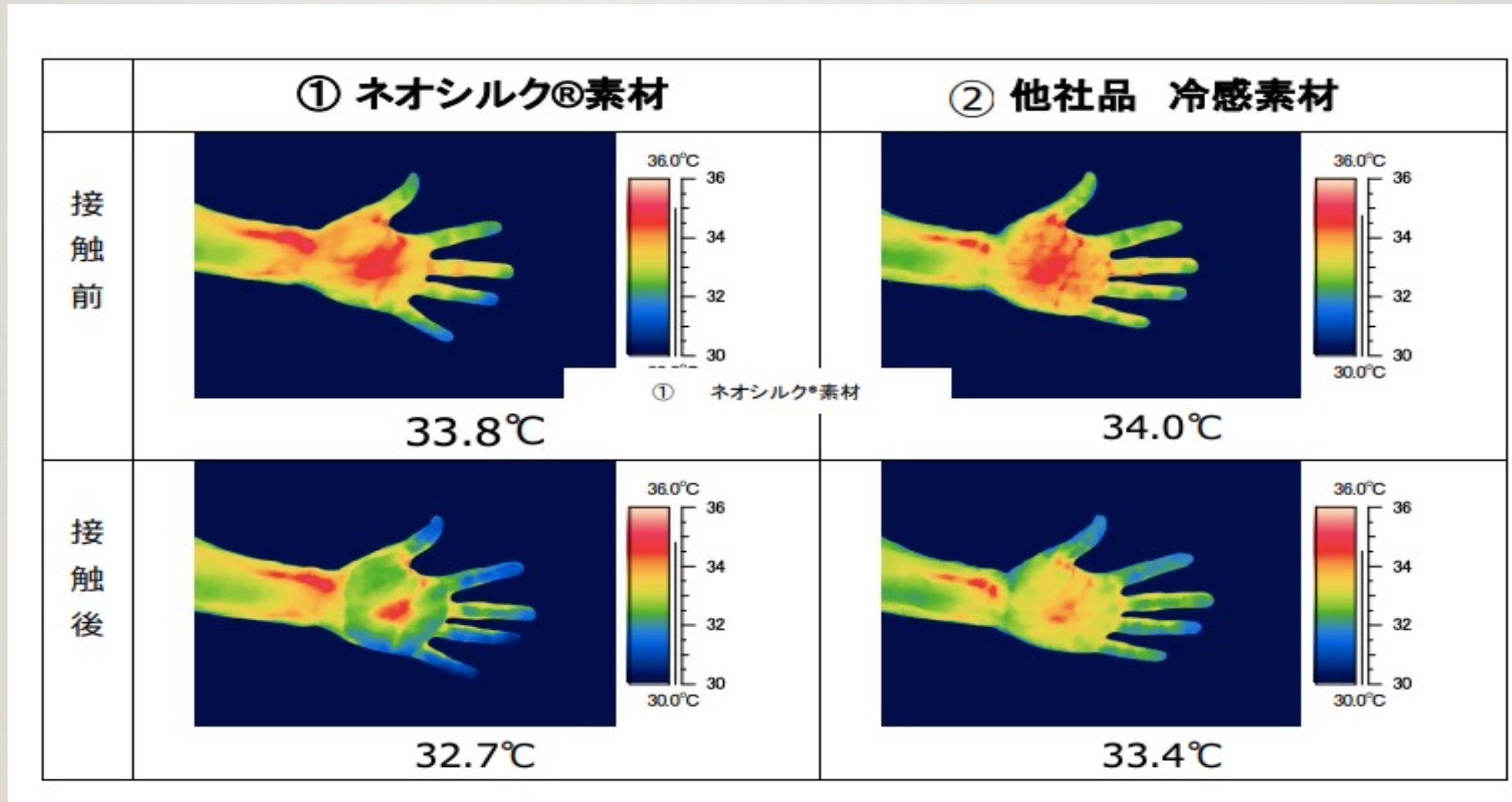
	羊毛	Ny	絹	綿	PET	アクリル	POM
q-max	0.18	0.25	0.21	0.18	0.24	0.17	0.35

- 織編組織が異なるので、参考値（絶対値ではないので注意）
- 一般的には、q-max : 0.2以上であると接触冷感性を有している、と見なされている。



カトーテック製サーモラボⅡ  
(石川県工業試験場)

# 表面温度比較



# 接触冷感持続性

既存の合繊で接触冷感性が最も良いとされる素材（他社ナイロン特殊加工糸）と比較を実施。  
POM繊維は初期の熱伝導性が優れるだけでなく、冷感性が持続する特性を有する。

	Q-max
Nylon	0.402J/cm <sup>2</sup> ·sec
POM sax	0.476J/cm <sup>2</sup> ·sec
PET green	0.314J/cm <sup>2</sup> ·sec

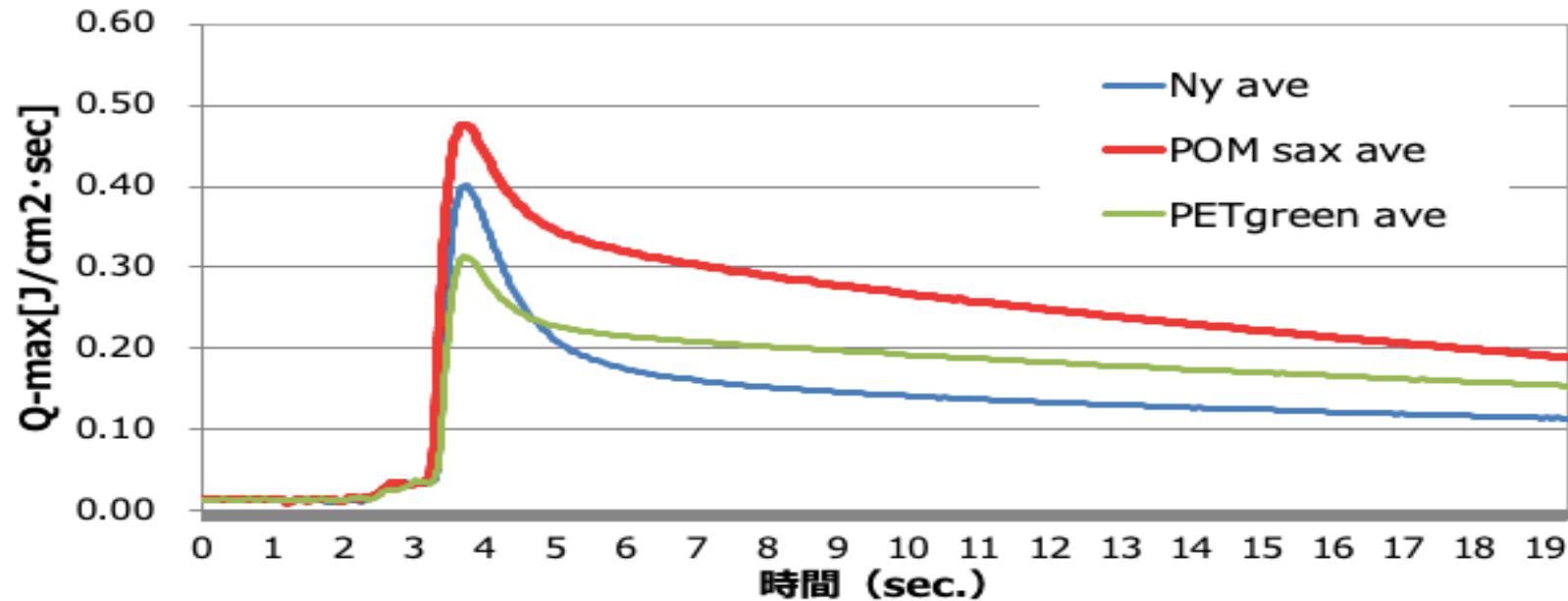


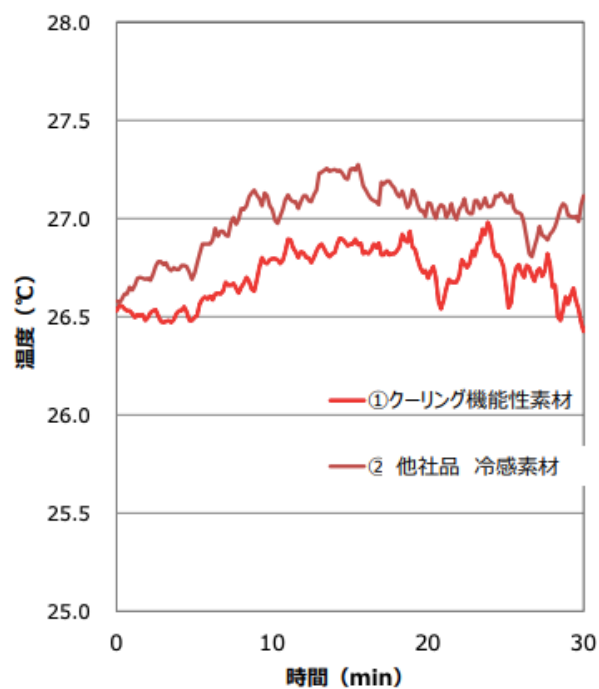
Fig.1 各種繊維の熱伝導率の経時変化



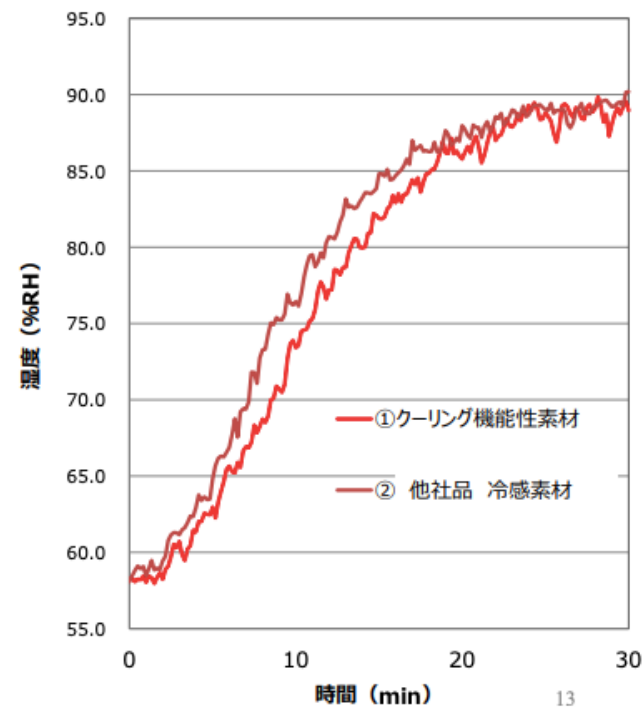
# 発汗性比較

## 他素材との比較（衣服内環境）

発汗シミュレーション（衣服内の温度）



発汗シミュレーション（衣服内の湿度）



# 抗菌・防臭性

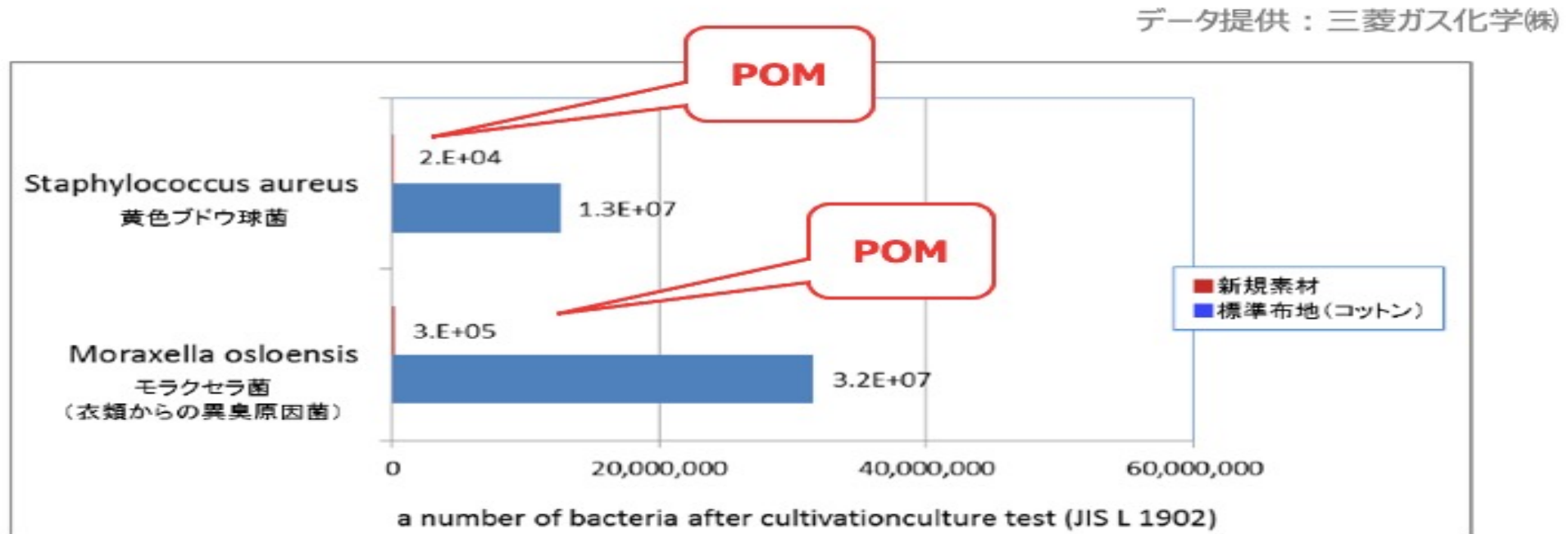


FIG.2 抗菌性試験 JIS L1902

# 発生ホルマリン濃度

	試料	低ホルマ処方	HCHO濃度 (PPM)	備考
1	POM繊維	なし	6	
2	POM/PBS繊維	なし	8	
3	POM繊維	有り	0	
4	POM/PBS繊維	有り	0	
5	冷感Tシャツ		0	PET85%/PU 15%
6	マスク		0	PP

**Table-1 発生HCHO測定 JIS1041によりニッセンケンにて測定**

サンプル 1.2. POM: ユピターールF20-03 3.4. POM: ユピターールF20-73R1 (低ホルマリン処方)



# 燃焼試験

試験項目		試験結果	
		POM原布	処理後 ドライクリーニング及び水洗い洗濯後
		試験方向:表面ウェール方向 (予備試験に基づく)	試験方向:表面ウェール方向 (予備試験に基づく)
		火炎伝播時間(秒)又は 燃焼時間	火炎伝播時間(秒)又は 燃焼時間
可燃性	1	20.3	22.8
	2	23.5	24.3
	3	DNI	26.4
	4	DNI	25.8
	5	21.6	26.1
	平均値	21.8	25.1
	燃焼クラス	総合判定 クラス1	

**Table.2 試験方法 16CFR1610適応 カケンテストセンター  
DNIはDid Not Ignite (着火せず)**

# 強度比較

POM/PLAアロイ繊維と市販品の強度比較							
材料	単位	POM/PLA	POM/PLA	POM/PLA	ナイロン6	高分子量PE	
モノかマルチか		モノ	マルチ	マルチ	モノ	マルチ	
延伸率	Times	7	5	7.5	8	10	
内部滑剤	(%)	0	0	1% PEG	不明	不明	
Dtex	dtex	515	522	534	530	545	
直線強度	強度	N	8.15	11.40	13.15	13.25	27.82
	平均伸度	%	20.5	23.8	24.3	26.5	4.97
結節強度	強度	N	3.03	7.51	9.79	9.96	12.6
	平均伸度	%	10.5	14.13	14.4	15.8	7.3
結節強度/結節強度比	%	37.2	65.9	74.4	75.1	45.2	
結節伸度/直線伸度比	%	51.2	59.3	59.2	56.9	58.2	

Tabl.3 POM/PLAアロイ繊維と市販品の強度比較

# 染色実験結果







空気からつくる糸

Neosilk®