

サンオームECO^o
環境対応型絶縁油



SUSTAINABLE
DEVELOPMENT GOALS
世界を変えるための17の目標

植物油系電気絶縁油による高い環境性と ゼロカーボン社会の実現

JIS

JIS C 2390-2 生分解性電気絶縁油
第2部：天然エステル

2022年 10月 14日

株式会社 **かんでんエンジニアリング**



環境中で分解しやすいオイル
生分解度28日で60%以上
OECD301C試験による

エコマーク認定番号
第04110001号

1. かねでんエンジニアリングの事業概要

○各種事業領域



幅広い事業領域で
トータルソリューション
を実現



最適な設備を実現する総合エンジニアリング企業

2. 絶縁油事業概要

○実績と製造品種

- 電気絶縁油事業開始以来、80年の実績
- 絶縁油精製、貯蔵、充填出荷の一貫生産工場
- 絶縁油の専門工場としては、日本一の生産量



① サンオームオイル Mシリーズ（鉱油系絶縁油）

M1：超高压変圧器用。500kV超高压機器から配電機器まで幅広い用途を持つ。

MU：一般変圧器用。配電機器等、一般的な用途に使用できる。

MG：寒冷地向変圧器用。流動点が低く、特に寒冷地に適している。

② サンオーム ECO

菜種油をベースとした植物油系絶縁油。カーボンニュートラル、良好な生分解性、高引火点といった特徴を有し、環境にやさしく安全性の高い絶縁油。

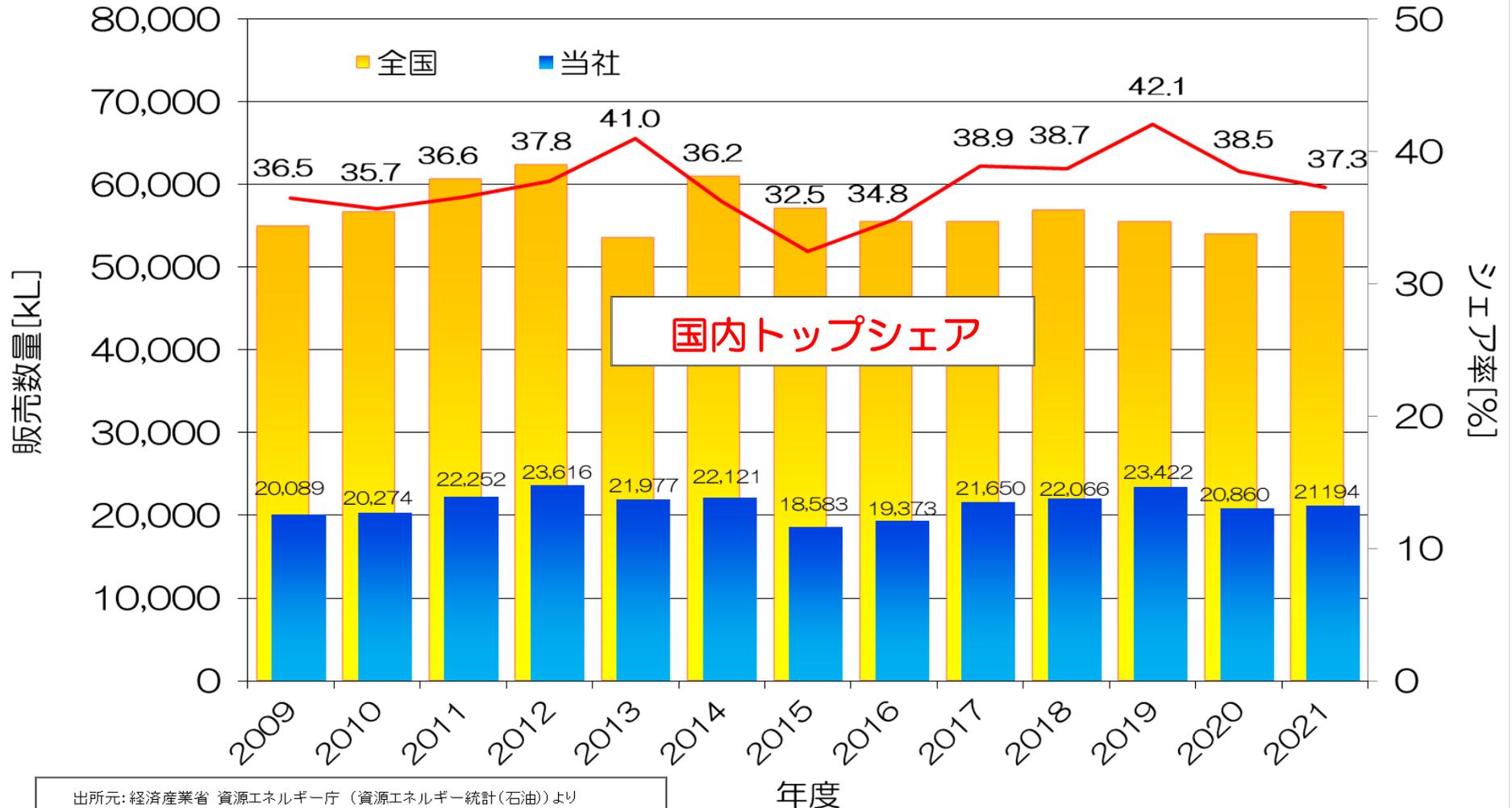
③ サンオームオイル C

コンデンサ油。植物油とアルキルベンゼンをベースとした絶縁油。

2. 絶縁油事業概要

○国内トップシェア

鉱油系絶縁油販売シェアの推移



3. 資源循環型製品における工夫内容

○温暖化ガス削減に対する取組み



菜種油から 環境対応型絶縁油

サンオームECO^o を開発

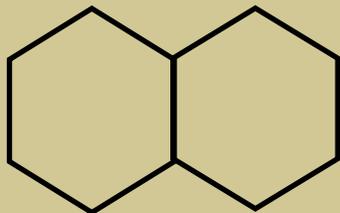
環境対応型絶縁油

3. 資源循環型製品における工夫内容

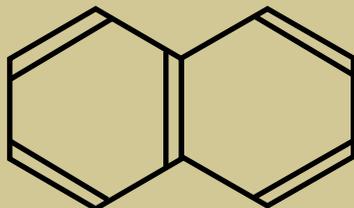
鉱油の構造



パラフィン系炭化水素(50%)



ナフテン系炭化水素(40%)

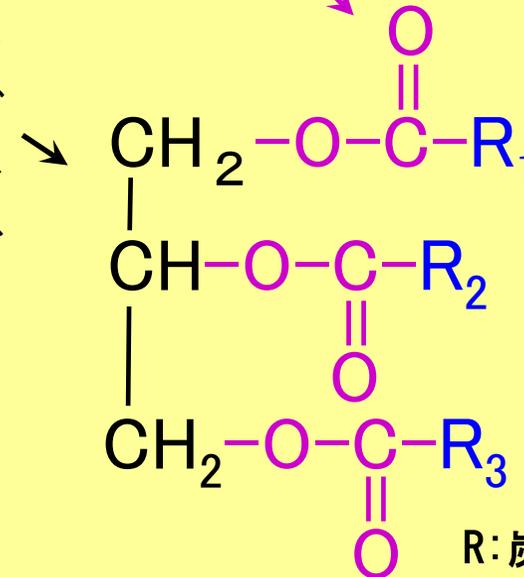


芳香族系炭化水素(10%)

植物油の構造

エステル結合 ($\text{R}-\text{COO}-\text{R}'$)

トリグリセリド



R: 炭素数6~18

$\text{R}_1 \sim \text{R}_3$ は脂肪酸
ステアリン酸、オレイン酸、リノール酸等が相当

天然エステル

3. 資源循環型製品における工夫内容

○植物油の特性と市場動向（ベースオイルの選定）

項 目		菜種油	ひまし油	とうもろこし油	大豆油	紅花油	パーム油
物理特性	動粘度(100°C) [mm ² /s]	8	19	8	8	8	—
	引火点[°C]	340	302	332	342	334	—
	流動点[°C]	-20	-12.5	-17.5	-10	-17.5	+30
主要成分割合 (脂肪酸)	パルミチン酸 (直鎖飽和酸:0)	4	1	11	10	7	43
	オレイン酸 (モノエン酸:1)	58	4	33	24	13	41
	リノール酸 (非共役ジエン酸:2)	22	5	52	54	77	10
	リシノール酸 (不飽和モノドロキシ酸:1)	—	87	—	—	—	—
市場動向	価格[円/L]	198	345	222	198	405	161
	世界生産油量[kt/年]	12,314	422	2,028	31,019	—	27,525
	国内供給油量[kt/年]	881	20	102	777	26	428

参考：「油脂化学便覧」日本油化学協会 編 市場動向は2002年頃

4. サンオームECOの特徴～脱炭素

○カーボンニュートラル

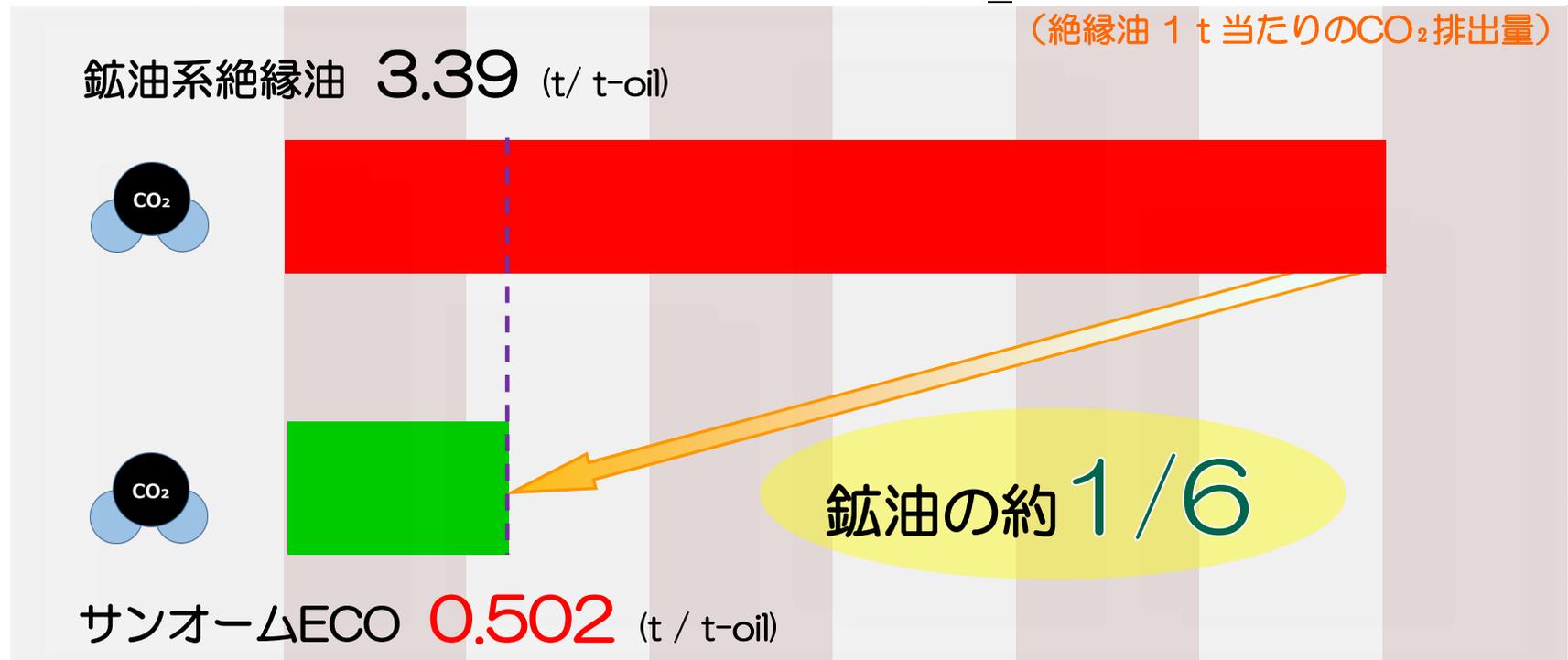


焼却・処理の際に発生したCO₂は、先に菜の花の成長で消費されているため
大気中での増加はありません

4. サンオームECOの特徴～脱炭素

CO₂排出量の試算

原料生産から焼却処理までのCO₂排出量の比較



※独立行政法人 国立環境研究所「産業連関表による環境負荷原単位データブック（3EID）」を基に算出した。
※菜種油を絶縁油にする精製過程（当社設備）でのCO₂排出量を含む。
※菜種油は植物由来であるため、処分時のCO₂排出量を0（カーボンニュートラル）とみなす。

4. サンオームECOの特徴～環境にやさしい

○生分解性試験結果

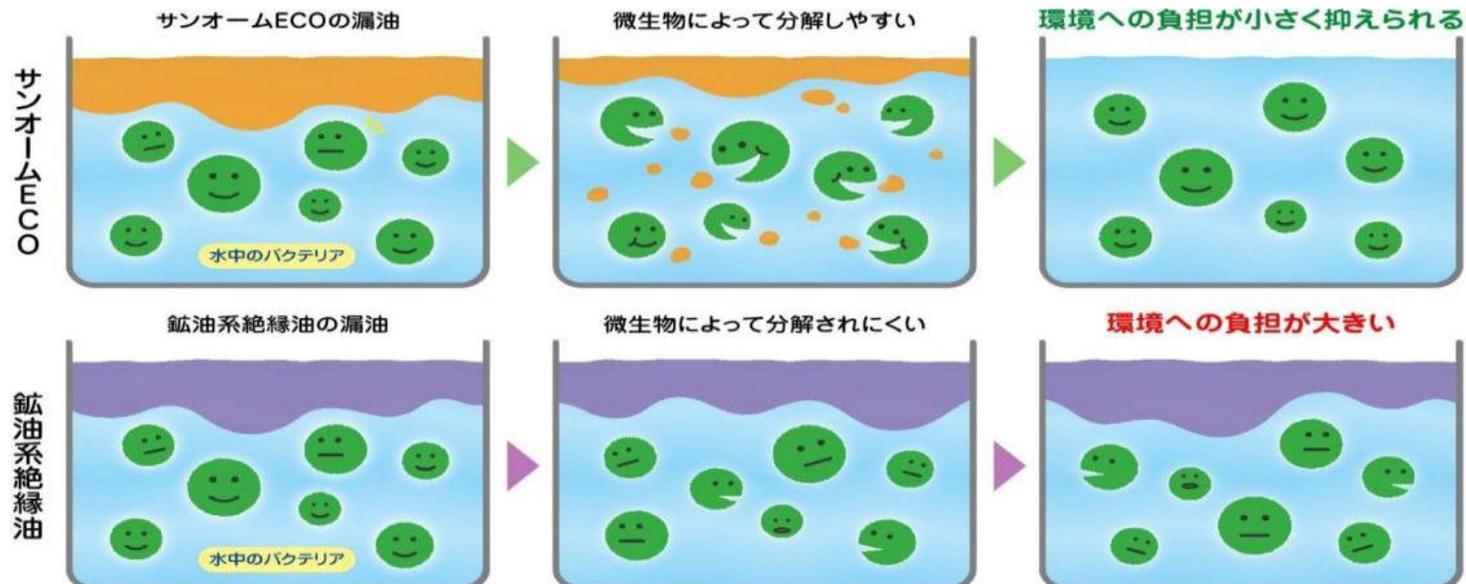
項目	サンオームECO	鉱油系絶縁油
生分解性試験 (OECD 301C 28日間)	89%	17%
魚毒性試験 (OECD 203)	試験終点で死亡率ゼロ 100mg/L以上	—



環境中で分解しやすいオイル
生分解度28日で60%以上
OECD301C試験による

エコマーク認定番号
第04110001号

○環境中での生分解性イメージ



4. サンオームECOの特徴～燃えにくく安全

○引火点

項目	サンオームECO	鉱油系絶縁油
引火点 (COC)	330	154
消防法区分	指定可燃物 引火点250℃以上	危険物 第4類 第3石油類

○トラフ試験 ガスバーナーで直接着火し、その時の燃え方を観察する試験です。

着火スタート



鉱油系絶縁油

15秒後



60秒後



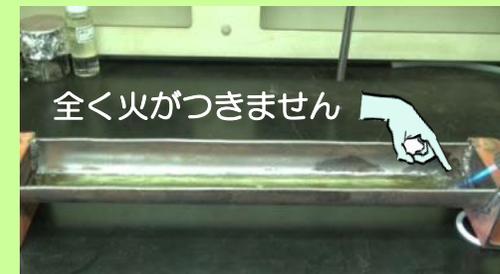
サンオームECO



火がつきません



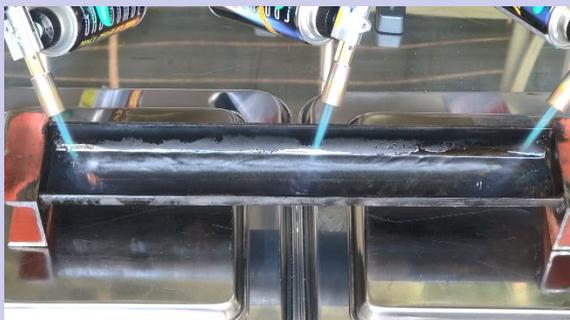
全く火がつきません



4. サンオームECOの特徴～燃えにくく安全

○トラフ試験（絶縁油）

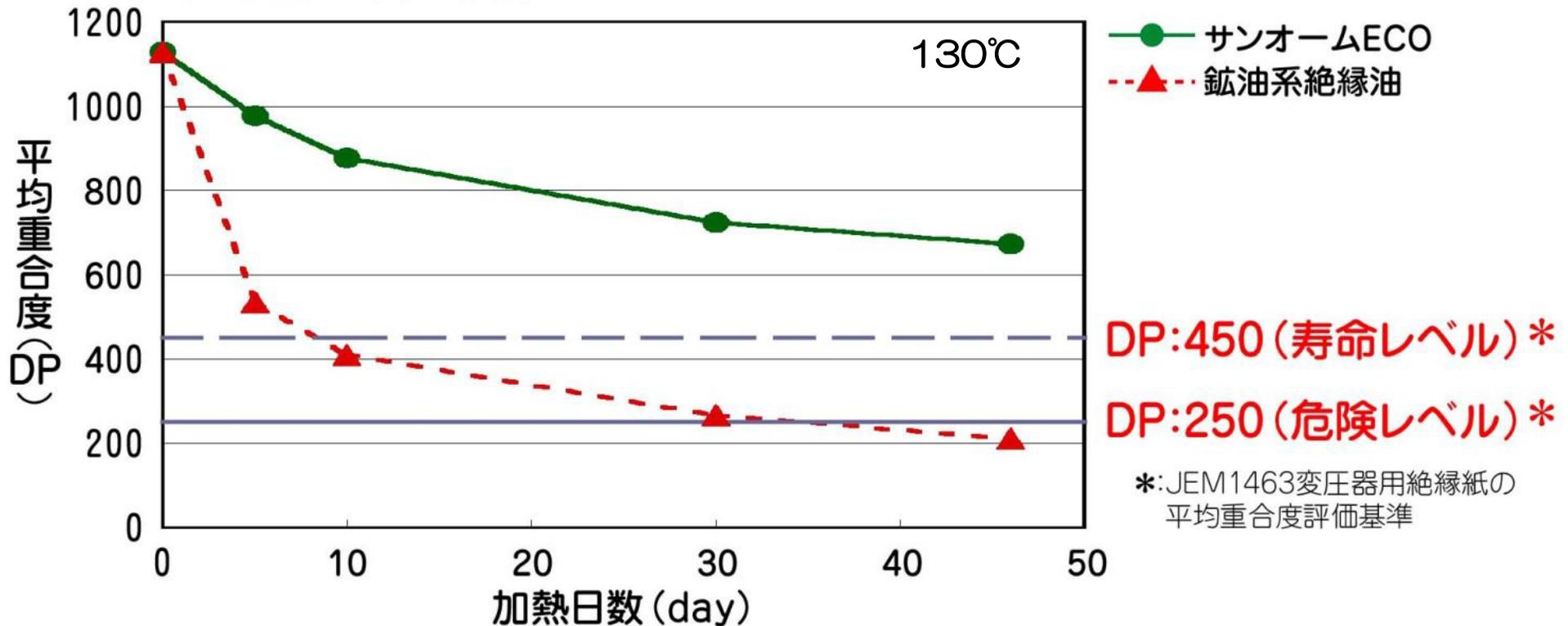
トイ型容器に絶縁油試料を入れガスバーナーで着火した。植物油はガスバーナー1本では着火せず、ガスバーナー3本により燃焼させたが、自己消火した。

	引火開始様相 ※試験開始 15秒	燃焼安定様相 ※試験開始 40秒	燃焼発展様相 ※試験開始 3分
鉾油			
サンオームECO	引火開始様相 ※試験開始 3分20秒	燃焼安定様相 ※試験開始 6分20秒	燃焼～自己消火様相 ※試験開始 9分20秒
			

4. サンオームECOの特徴～変圧器が長持ち

○絶縁紙の劣化抑制効果

近年の研究結果から、鉱油系に比べて変圧器絶縁紙の長寿命化が確認されており、変圧器のライフサイクルコストメリットの向上も期待できる。



絶縁紙を絶縁油に浸漬して大気環境化で加熱し、加速劣化させる試験の結果。絶縁紙の劣化指標である平均重合度を比較。

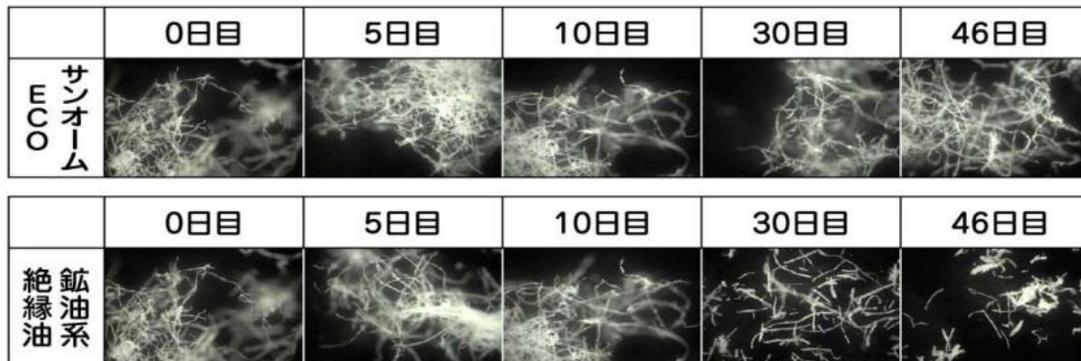
4. サンオームECOの特徴～変圧器が長持ち

○劣化様相



サンオームECOは、劣化してもスラッジ（固体劣化生成物）が発生しないため、絶縁破壊電圧が低下しません。

○絶縁紙のセルロース繊維（顕微鏡50倍）



鉱油系絶縁油に浸漬した絶縁紙のセルロース繊維は劣化して短くなっています。

— : 1mm

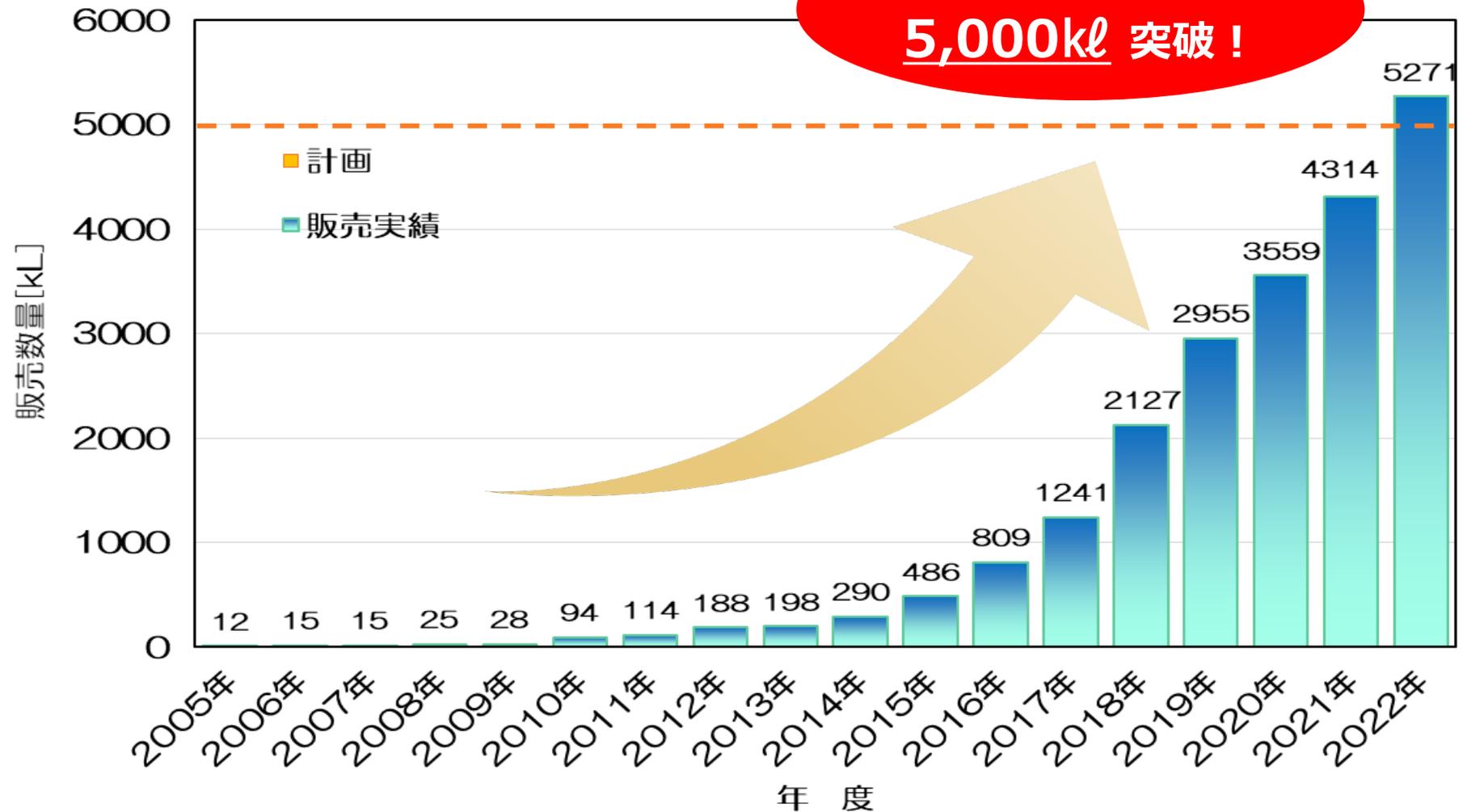
4. サンオームECOの特徴～代表性状

○絶縁油の性状比較

項目		条件	単位	サンオームECO	鉱油系絶縁油 (当社製)
物理的特性	動粘度	40 °C	mm ² /s	35.1	8.31
	流動点		°C	-30.0	-32.5
	水分	バルブ/ドラム	mg/kg	15	12
	密度	15 °C	kg/L	0.92	0.88
電気的特性	絶縁破壊電圧	2.5 mm	kV	75	76
	誘電正接	80 °C	%	0.04	3以下
	体積抵抗率	80 °C	TΩ·m	0.4	15
化学的特性	酸価	—	mgKOH/g	0.01以下	0.01以下
	腐食性硫黄	—	—	非腐食性	非腐食性
安全性及び 環境性能	燃焼点	COC	°C	360	176
	引火点	COC	°C	330	154
	生分解性	OECD301	—	易生分解性 (89%)	— (17%)

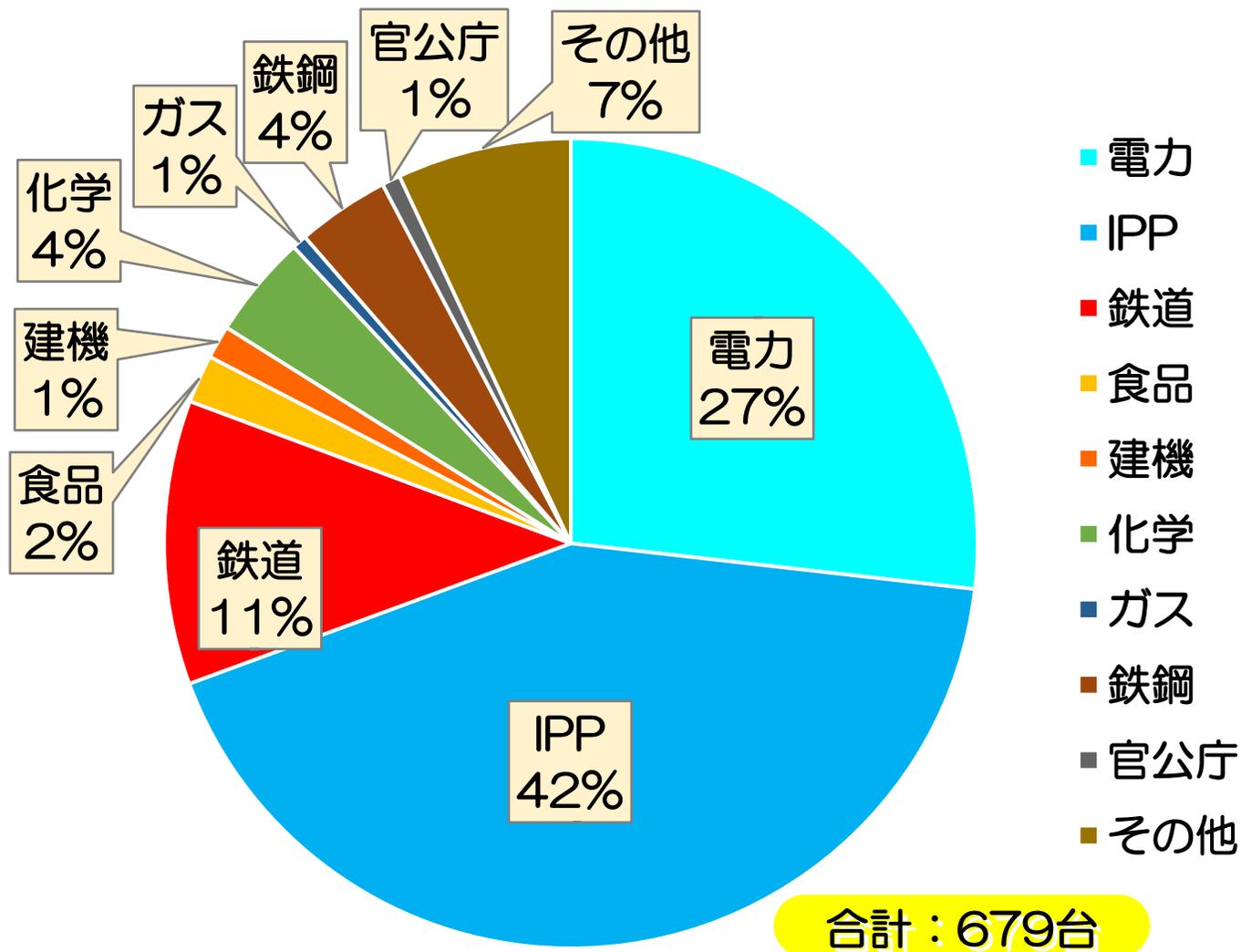
5. サンオームECOの実績（2022年9月末現在）

○累積販売数量の推移



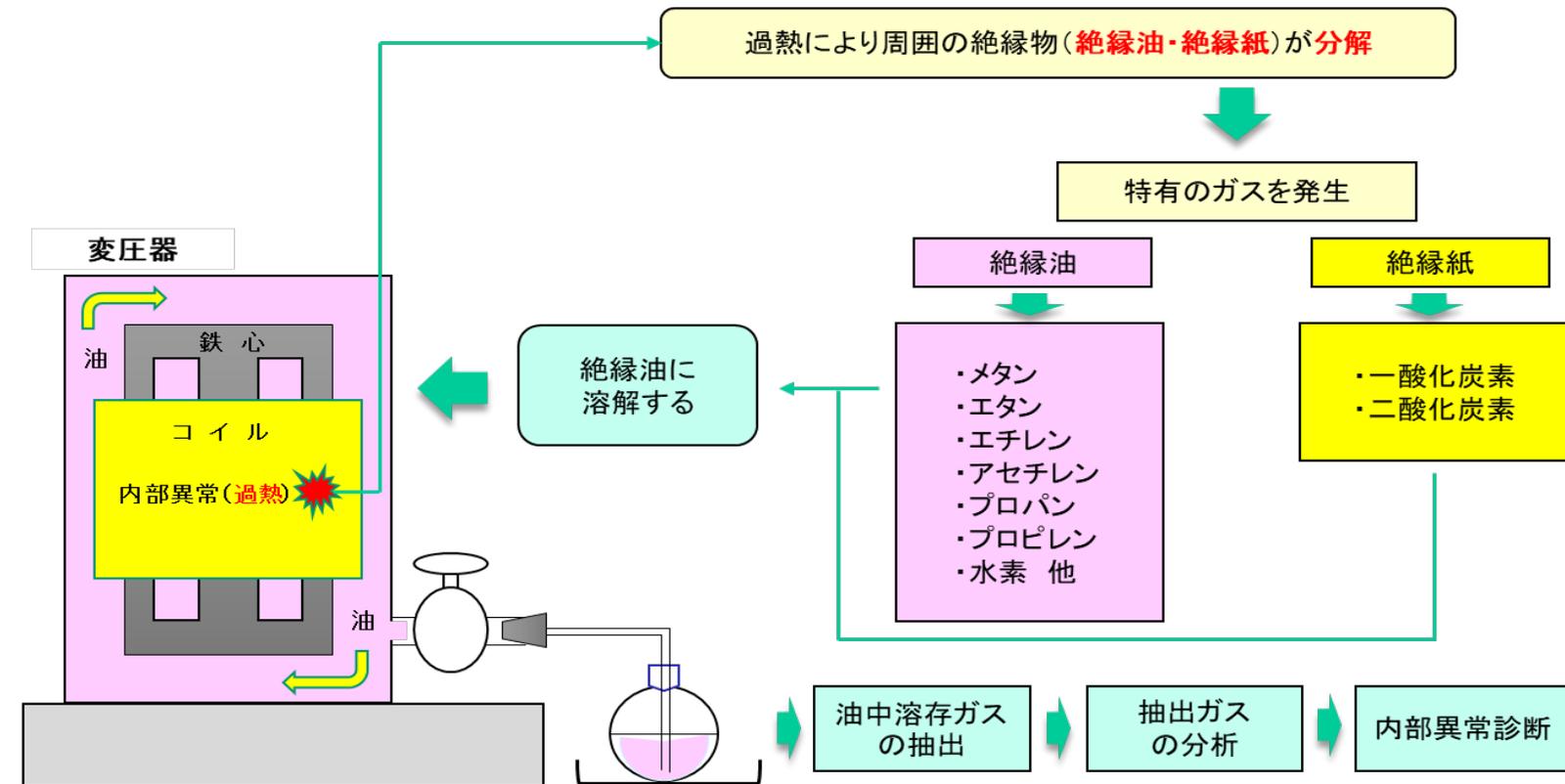
5. サンオームECOの実績（2022年9月末現在）

○業種別変圧器台数 （新設）



6. 普及・活用に関する取組～変圧器の保守管理基準の実用化

○植物油使用変圧器の診断技術



- 変圧器の内部異常（放電、局所過熱）や絶縁油の経年劣化を実験検討
 - 半世紀以上にわたる技術とノウハウを元に判定基準を策定
- 国内で初めて植物油使用変圧器の診断サービスを実用化

6. 普及・活用に関する取組～生分解性電気絶縁油 JIS規格

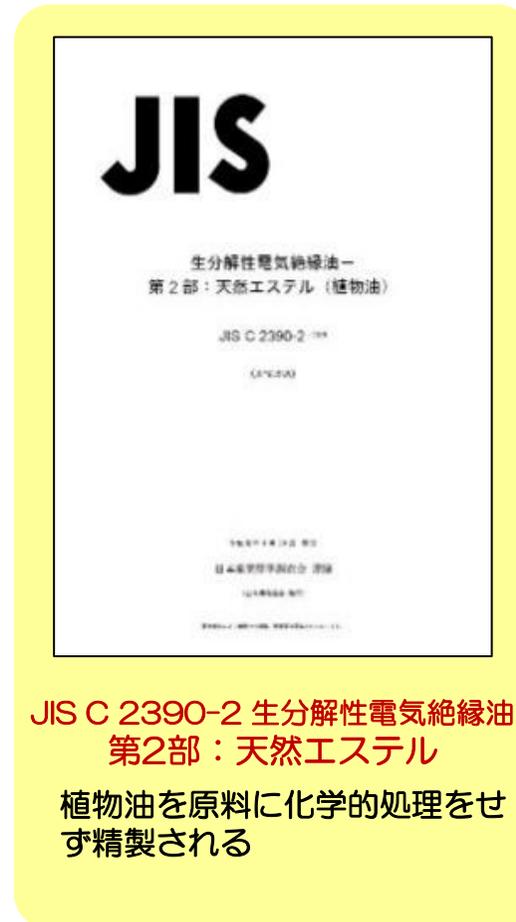
○JIS C 2390 生分解性電気絶縁油（規格群）

2019年9月20日公示・発行



JIS C 2390-1 生分解性電気絶縁油
第1部：合成エステル

石油類を原料に化学的に合成される



JIS C 2390-2 生分解性電気絶縁油
第2部：天然エステル

植物油を原料に化学的処理をせず精製される



JIS C 2390-3 生分解性電気絶縁油
第3部：植物由来エステル

植物油を原料にアルコールを作用させ化学的に合成される

6. 普及・活用に関する取組～海外機関の承認の取得

OFM承認

2022年2月、当社福崎工場で製造される植物系絶縁油「サンオームECO」について、FM承認を取得した。FM承認とは、火災防止に関する「FM規格」を満足していることを裏付けるもの。損害保険会社FM Global（エフエムグローバル）を中心に制定され、防火に対する高度な安全性と品質を示すものとして、米国はもとより欧州やアジアでも幅広く受け入れられている。

もともとサンオームECOは非常に燃えにくく安全性が高いが、最近では外資系企業を中心にニーズが高まってきており、その声に対応したものの。

また、液体製品として承認されたのは国内初で、更にサンオームECOの付加価値を高めることで販売促進につなげる。



容器等に表示されるFMマーク



7. 今後の動向～植物油使用変圧器の規制緩和

○法規制の現状

ECOは引火点が非常に高く、鉱油系絶縁油と異なり指定可燃物（非危険物）であり、防災性が高い。しかし、日本では電気設備等においては鉱油（危険物）と同様に規制されている。

➡ 植物油の長所を活かした規制緩和の実現 (解釈・注釈含む)

植物油を使用した際の法規制の比較

	危険物規制	防火規制	環境優遇
日本	<ul style="list-style-type: none"> • 植物油は危険物でなく指定可燃物 • 貯蔵や管理等に軽減処置 	<ul style="list-style-type: none"> • 消火設備が必要 →消防法施行令第13条 • 鉱油（危険物）同様 	—
米国	<ul style="list-style-type: none"> • 燃焼点300℃以上の絶縁油を使用する変圧器の登録制度（NEC）あり。 →登録機器は消火設備省略可 <p><small>NEC：米国電気工事規程 National Electrical Code</small></p>		<ul style="list-style-type: none"> • 漏油時の損害賠償責任軽減 • バイオ製品調達に優遇制度 • レトロフィル時の税制優遇

7. 今後の動向～植物油使用変圧器の規制緩和

○規制緩和に向けた取組み

■ 燃焼性データ

各油種の燃焼特性の比較

*酸素指数基準
地上雰囲気酸素濃度が約21%であることを前提
(JIS K 7201)

- 22%以下：可燃性物質
- 23～27%：自己消火性物質
- 27%以上：難燃性物質

試験項目		サンオーム ECO	鉱油系	シリコン油 (20cSt)	シリコン油 (50cSt)
引火点 (COC)	℃	330	154	268	310
燃焼点 (COC)	℃	360	176	300	370
発火点	℃	415	232	—	—
燃焼移動速度(ガラスプレート法)	mm/s	2.2	6.1	3.0	途中消火
着火時間(コソカリーメータ)	s	215	28	110	178
酸素指数*(消防危第50号改)	%	34.7	18.0	—	21.7

(鉱油とサンオームECOは2021年3月実施データ)

■ 官庁等への働きかけ

- 所轄消防署
- 総務省消防庁

サンオームECOの防災性の高さは高評価



消太◎総務省消防庁

7. 今後の動向～レトロフィル技術の確立（絶縁油の入替え）

○レトロフィルの概要

レトロフィルとは変圧器内の絶縁油を入替えることを指し、一般的には鉱油系絶縁油を植物油等、異なる油種に変更することを言う。

【目的】

- 環境対応
- 防災安全
- 寿命延伸



油入変圧器

○現状

■国内

- 潜在ニーズあり（新規導入は不可でも特性を評価）
- 自主的にECOに入替えた事例（累計油量：195 kL）

■海外

- 植物油(大豆油)へのレトロフィルが約20,000台に及ぶ。
- 各国で難燃性や環境性による規制緩和や保険優遇などの制度面が充実。

→植物油系絶縁油の使用へのインセンティブが強い

8. おわりに

○将来の構想

サンオームECOを含む植物系絶縁油は従来の鉱油に比べ価格が高いこともあり、販売数量は絶縁油全体からするとまだ比率は低い。

しかし、前述の保守管理基準構築による安心性の高さや、規制緩和による取扱い全体のコスト低減、及びレトロフィル技術確立や生産コスト低減による価格の安定化を実現することで絶縁油全体に占める比率を高めていく。

より一層のゼロカーボンを促進し、地球環境に貢献しながら持続可能な社会実現を目指したい。



あおいちゃん©かんでんエンジニアリング