

(大豆由来)天然エステル油 FR3の紹介



Cargill

A global leader focused on improving performance and growing the business

カーギルの提案

**安全
環境負荷低減
性能向上
経済性の追求**



(安全) 引火点が320°Cで難燃性、防火性に優れてれている

	引火点	発火点	適用される消防法	消防法上の指定数量
鉱油	146°C	152°C	第4類 第3石油類	2000L
FR3	320°C	360°C	指定可燃物 (可燃性液体類)	2000L

UL認証取得

FM認証取得



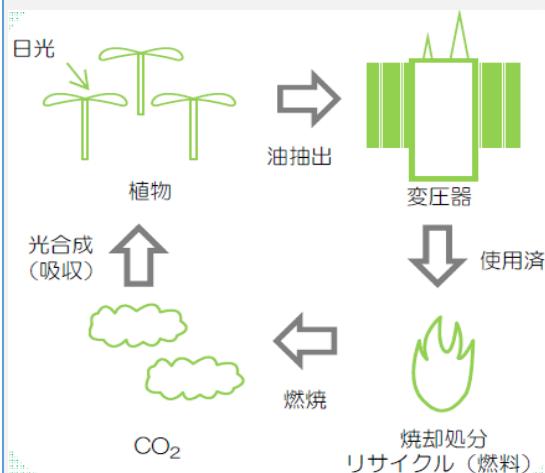
※引火点、発火点の測定方法はASTM D92 または ISO 2592による

※指定可燃物の貯蔵、取扱いの基準は消防法第9条3の規定に基づき、市町村の条例によって定められている

(環境負荷低減)

カーボンニュートラルでCO2削減

生分解性で環境に優しい



	生分解性	漏油対応
鉱油	23%	汚染 (土壤や海洋) 処理コスト大
FR3	99%	生分解性であるため環境への影響が小さく処理コスト小

生分解とは微生物により有機物が28日間で分解される割合

生分解性試験はOECD 301 Bによる

漏油時の具体的な対応は市町村との協議による

エコマーク取得



(性能向上) 絶縁紙の劣化抑制し耐熱性が向上し変圧器の高温化、小型化が可能

FR3は水分と反応し加水分解

絶縁紙中水分がFR3中に移行 (乾燥状態)

FR3中の水分は消費され脂肪酸生成

脂肪酸により絶縁紙はより強度を高める

<絶縁紙劣化比較>



170°C – 500時間



170°C – 1000時間



170°C – 2000時間

**絶縁紙劣化抑制
耐熱性向上**

**変圧器の過負荷運転、高温、
小型化設計が可能**

<負荷容量比較>

(コイル平均温度上昇65°Cのとき)



約30%の負荷増大が可能

FR3を使用した場合、絶縁紙の耐熱クラスを上げずに高負荷運転できる

(IEEE Std C57.154-2012)

引用 ; Cargill Presentation Customers

(経済性追求)

消防法『指定可燃物』規定に伴う経済効果

製造、保管設備の簡易化、取扱い容易化

耐熱性向上に伴う経済効果

コストmin化を目指した最適設計

ライフサイクルコストの低減

(各種認証取得)

FM認証取得

FM認証とはFM Approvals（第三者認証機関）による客観的な難燃性基準に基づく検証で適合していると認められたもので火災損害防止に役立つ製品であることを示す指標の一種

エコマーク認証取得

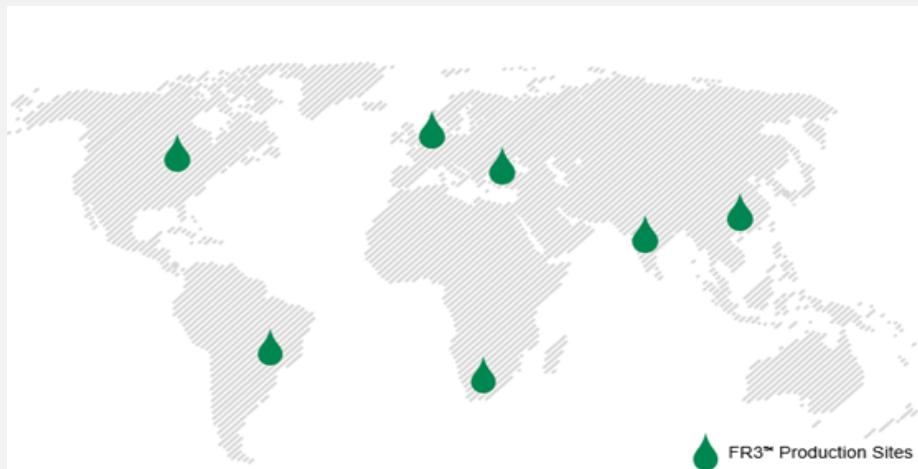
エコマークは「第三者認証による自主的な環境ラベル」であり、(財)日本環境協会がISO14024の規定に則つて運営し環境保全に役立つと認められる商品につけられるマーク

UL認証取得

(FR3特性)

項目	FR3 代表値	ASTMD6871 (規格)	IEC 62770 (規格)
密度 (20°C) g/cm ³	0.92	—	≤1.0
引火点 (COC) °C	320～330	≥275	—
流動点 °C	-18～-23	<-10	<-10
粘度 (40°C) mm ² /s	32～34	≤50	≤50
生分解性	生分解	生分解	生分解
絶縁破壊電圧 (2.5mm gap) kV	73 (実力値82)	—	≥35
誘電正接 (90°C) %	0.02	—	≤0.05
腐食性硫黄	不含	不含	不含
水分 mg/kg	4～50	≤200	≤200
酸価 mg KOH/g	0.013～0.042	≤0.06	≤0.06
PCB	不検出	不検出	PCBフリー
酸化安定性 (48h 120°C) 全酸価 mg KOH/g	0.1	—	≤0.6

(供給安定性) 大豆搾油拠点は南北半球各所／持続可能な供給体制



FR3製造拠点（世界7拠点）

(豊富な実績)

海外中心に豊富な実績

米国を中心世界で約**300万台**の変圧器が稼動中で変圧器の内訳では主に配電用であるが、電力用についても6万台以上稼動中、また、既納変圧器への絶縁油代替（レトロフィル）も2万台以上の実績あり

電力用変圧器の適用例

試験電圧765kVまで実証済み

欧州で420kV変圧器が稼働

ブラジルで500kV送電に適用

米国345kV送電に適用

国内実績

2014年商用適用以降、徐々に右肩あがりで拡大し、2022年末まで日本市場に累計2000トンの供給実績

1990年代の商用化以降長期信頼性確認

(例) 過酷な条件下での長期運転実績（解体検証）

海外案件で定格容量45kVAの変圧器を平均82kVAの過負荷で12年間運転（期間中のコイル平均温度上昇85°C）した変圧器の分解結果

・絶縁紙の平均重合度915

・コア、コイル外観、導体ワニス、内面塗装など異常なし

・FR3の特性値は水分量が僅かに許容値より増えているものの他は新油と同等、初期のライトグリーン色を維持

・タンク底にスラッジ、沈着物なし、

⇒ **長期厳しい条件下での信頼性を確認**