

自動車用化学物質 に対する SAF™材料の 耐性

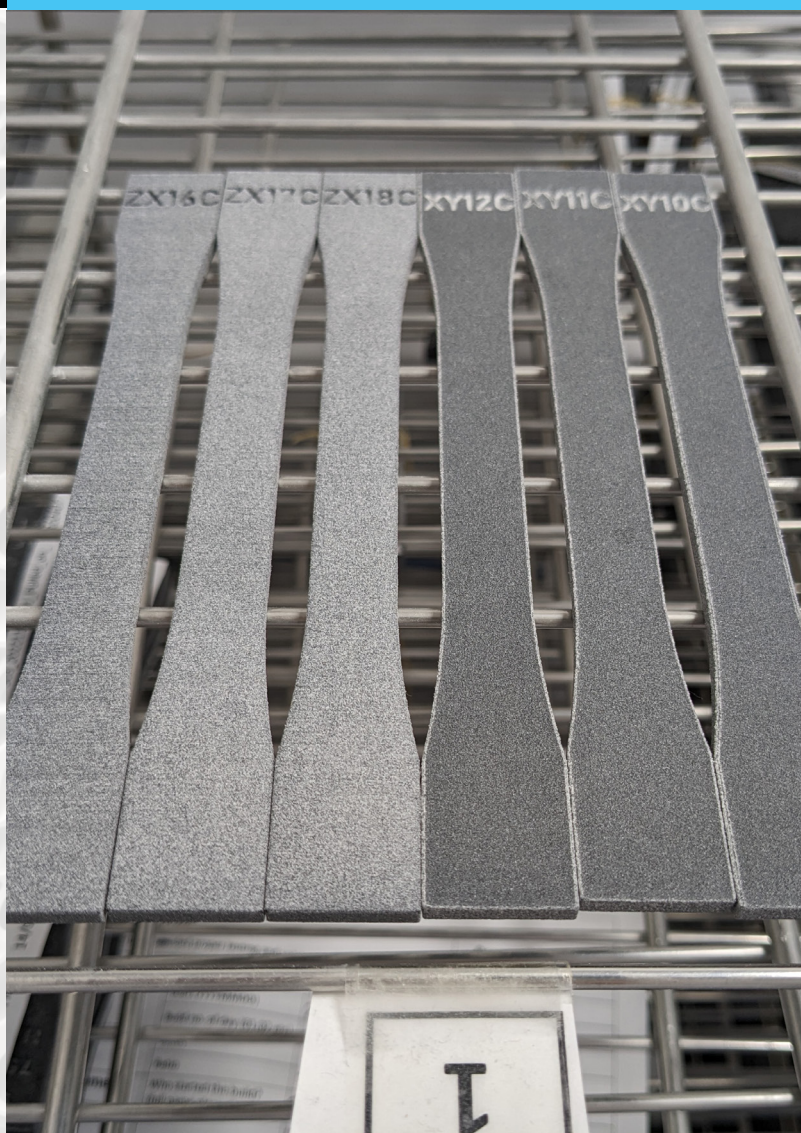
結果はこのホワイトペーパーに記載されています。

はじめに

本書の目的は、一般的な自動車用化学物質にさらされた場合のStratasys® High Yield PA11、SAF PA12、およびSAF PPの性能の目安をお客様に紹介することです。

試験を行った試薬は以下の通りです。

- バッテリー液
- 不凍液
- 合成モーターオイル
- シリコングリース
- 石油グリース
- フロントガラス洗浄液
- 蒸留水
- ガソリン
- ディーゼル燃料





手法

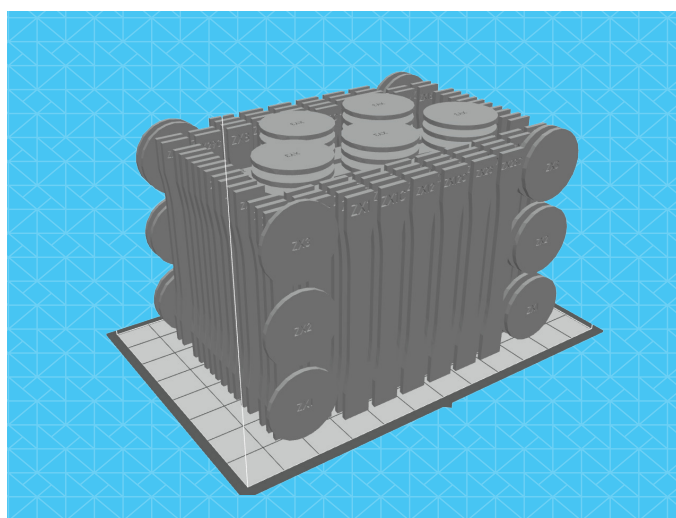
試験は、化学試薬に対するプラスチックの耐性を評価する標準的方法を規定しているASTM D543に従って実施されました。

試験片は、Stratasys H350™ SAF™ 3Dプリンタを使用して造形し、垂直 (ZX) と水平 (XY) の両方の造形方向で試験を行いました。試験で使用した試験片タイプは次の2つです。

- ASTM D638タイプ1引張試験片：機械特性の変化を評価するため
- 50.80 mm x 3.175 mmの円板：寸法と重量の変化を評価するため



図1 H350で造形するために、GrabCAD® Print™ソフトウェアで作成した化学試験片のレイアウト。



各試験について、すべての試験片は、試薬と接触させる前に23°C、相対湿度50%で40時間以上、前処理しました。対照試験片は試験中、前処理ラックに引き続き置き(図2)、試験片は4リットルの試薬槽に168時間(1週間)浸けました。

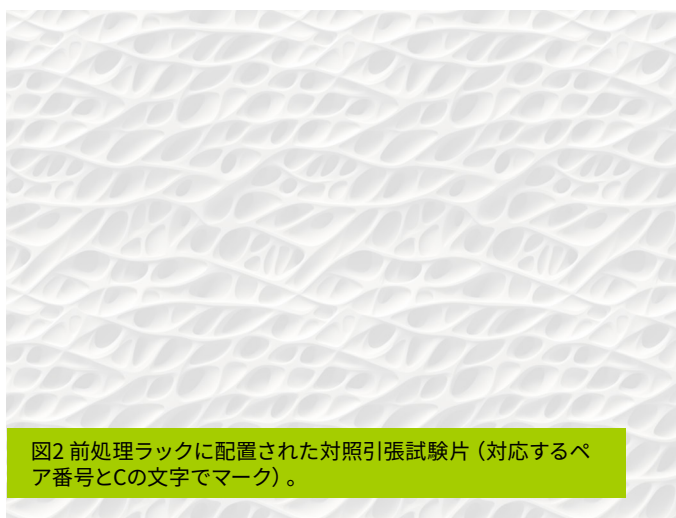
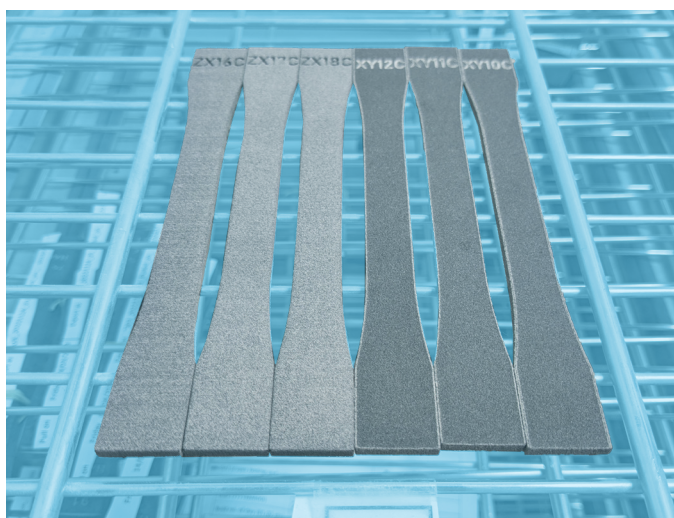


図2 前処理ラックに配置された対照引張試験片(対応するペア番号とCの文字でマーク)。



フレームはステンレス鋼とニクロム線で作製し、試薬への浸漬中に容器の壁や試験片同士に触れることなく、試験片を所定の位置に保持しました(図3)。

また、試験容器を密封する前に、磁気攪拌棒を容器内に配置しました。この攪拌棒を使用し、試薬を24時間間隔で6回、それぞれ30分間攪拌し、168時間後に試験片を取り出しました。デジタルタイマー付きの磁気攪拌プレート(図4)を使って、すべての試験で一貫した攪拌時間を確保しました。

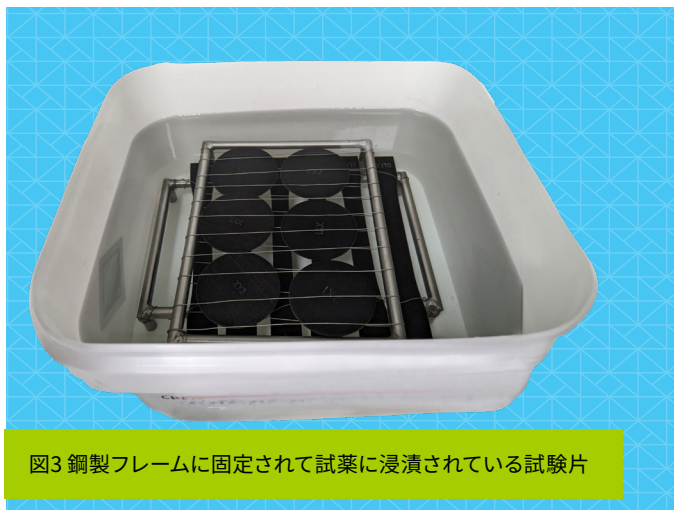


図3 鋼製フレームに固定されて試薬に浸漬されている試験片



図4 デジタルタイマー付きの磁気攪拌プレートに載せられた密閉試験容器

シリコンと石油グリースについては、前述の方法が現実的ではないため、代わりに、各試験の開始時に試薬を厚くスプレーコーティングし、その後24時間ごとに薄く再塗布しました。塗布の際は毎回、均一に塗布されているかどうか部品を目視確認しました。

引張試験片

引張試験は、ASTM D638に準拠してTinius Olsen 10ST万能試験機(図5)で実施しました。各試験は、試験片を試薬槽から取り出した後30分以内に行いました。



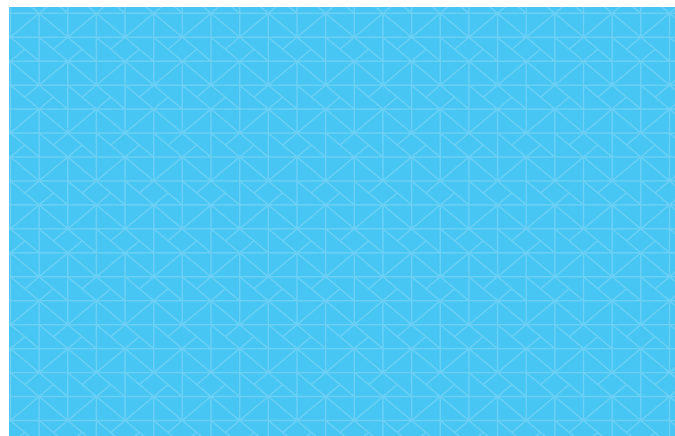
図5 使用した引張試験機

試薬ごとに合計12個の試験片の試験を行いました。この12個は、試薬に浸漬された6つの試験片と、試験の対照値の確認に使用する、同じ造形物からの6つの試験片で構成されています。対照試験片は、対応する試験片の隣で造形したものです。



重量/寸法評価用の円板

重量試験と寸法試験では、円板状の試験片の浸漬前と浸漬後の値を比較しました。(図6) 重量は、A&D HR-100AZ分析用天びんを使用して測定しました。厚さと直径の値は、それぞれマイクロメーターとデジタルキャリパーを使用して手動で測定しました。試薬ごとに合計6つの重量/寸法評価用の試験片について試験を行いました。

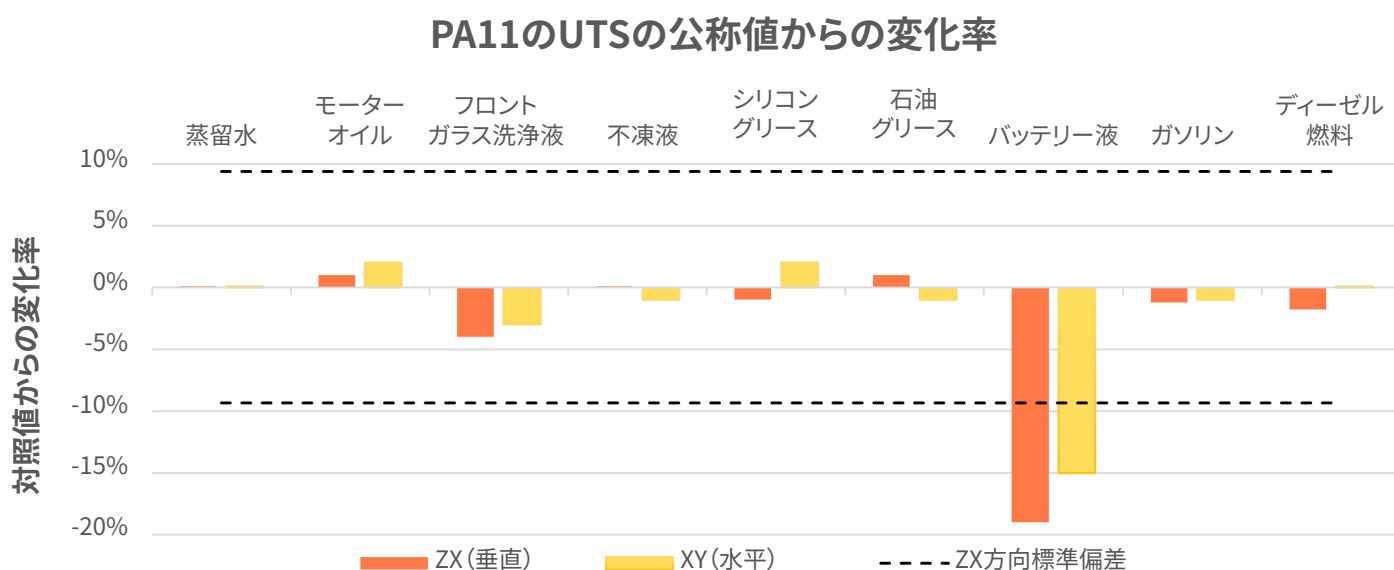


重量/寸法評価用のすべての円板は、試薬から取り出した後、さらに168時間前処理ラックで保管しました。その後、各化学物質と接触した後に試験片がどのように乾くのかを調べるために再計量しました。

特性ごとの変化率のグラフ

PA11の結果

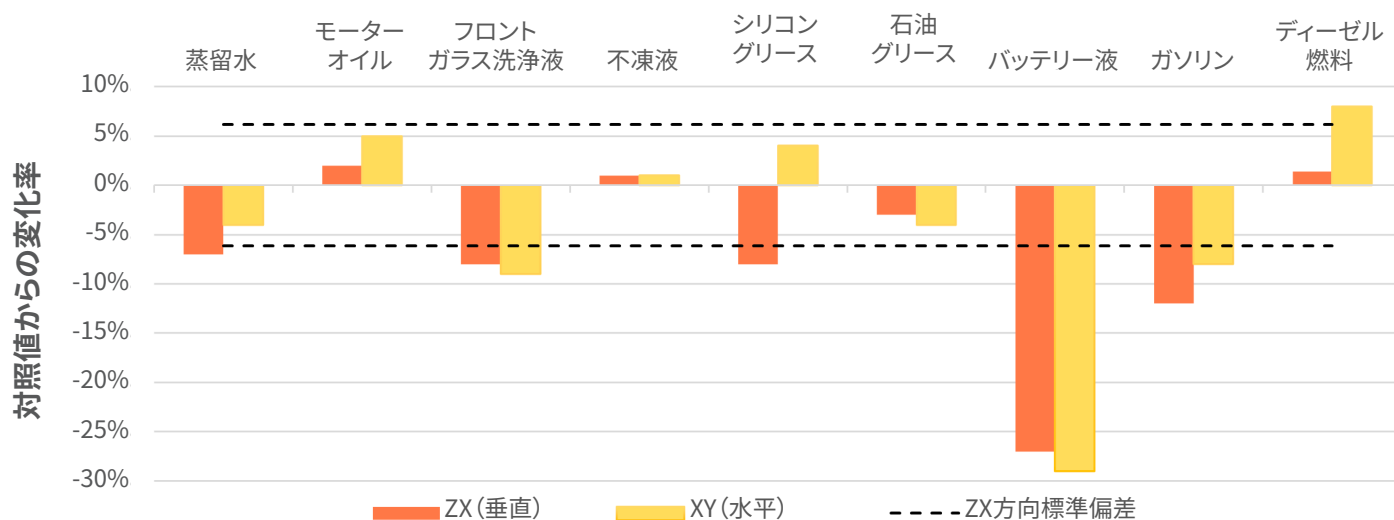
PA11はStratays Preferred材料です。標準偏差の値はHigh Yield PA11データシートをご覧ください。各標準偏差値は黒い破線で示しています。



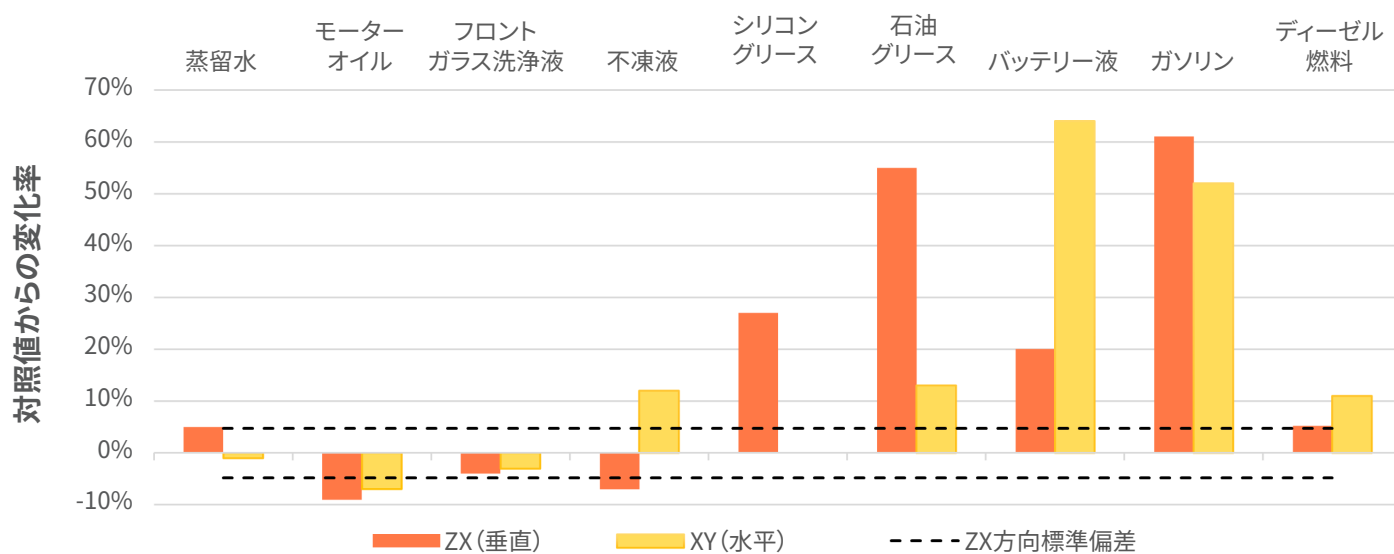


PA11の結果(続き)

PA11のヤング係数の公称値からの変化率



PA11の破断点伸度の公称値からの変化率



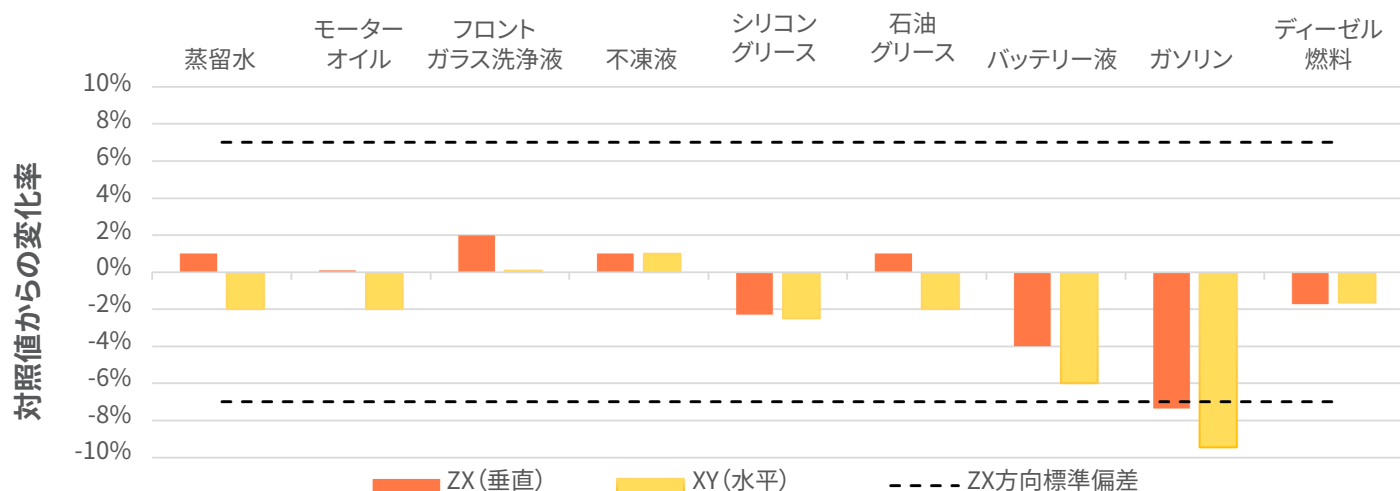


特性ごとの変化率のグラフ

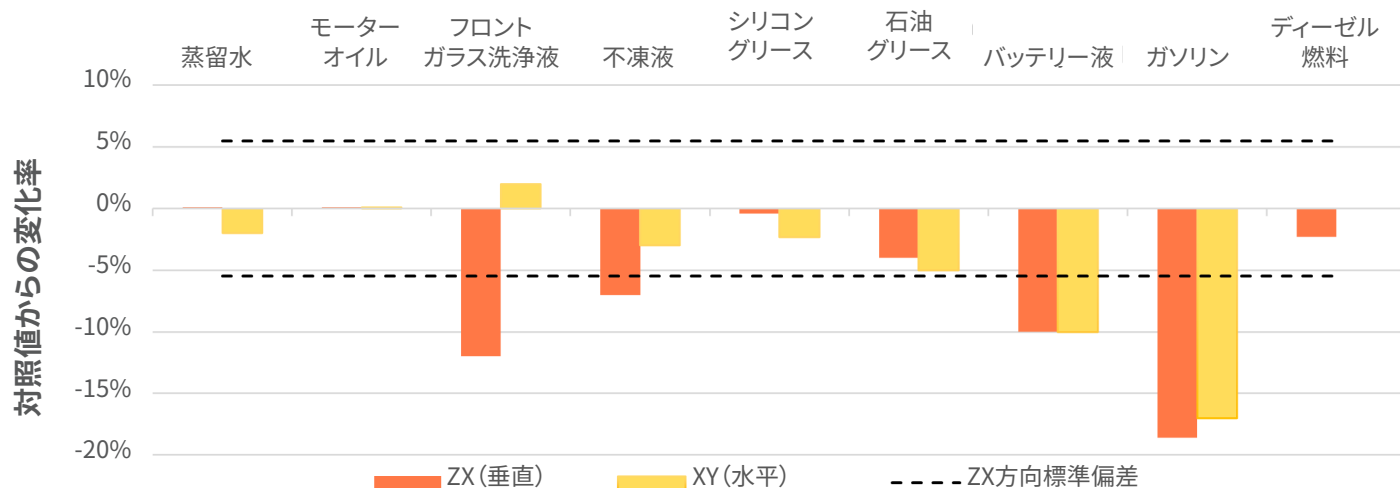
PA12の結果

標準偏差の指示値は、グラフ上に黒い破線で示しています。

PA12のUTSの公称値からの変化率

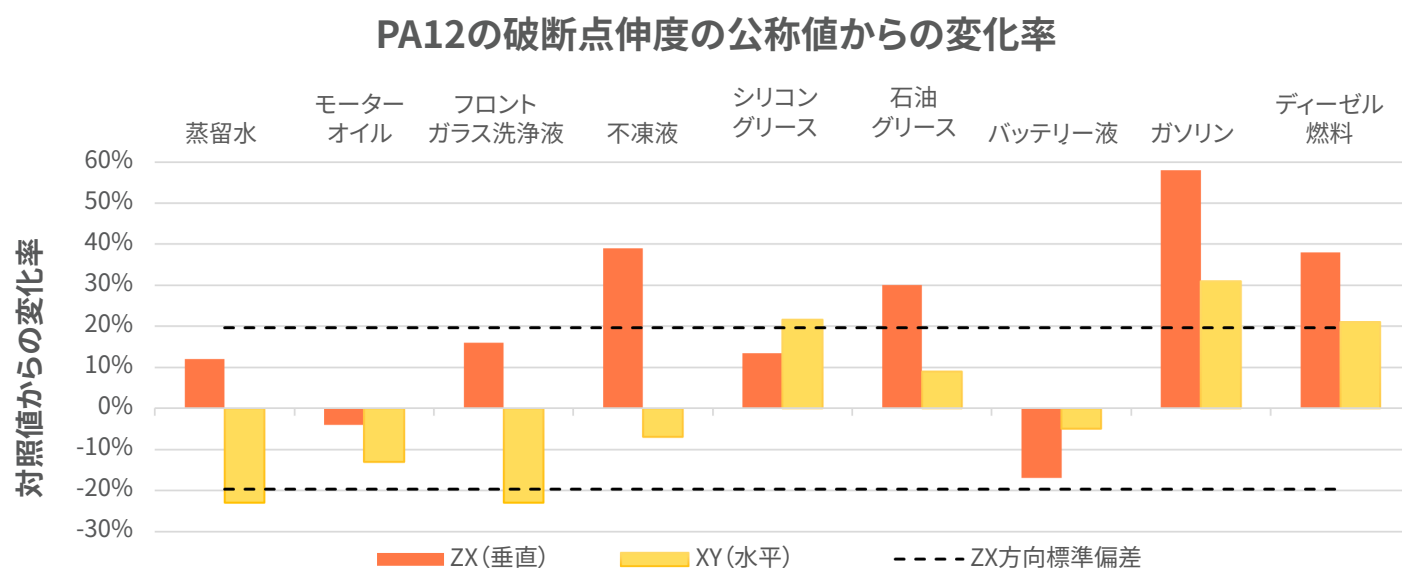


PA12のヤング係数の公称値からの変化率





PA12の結果(続き)





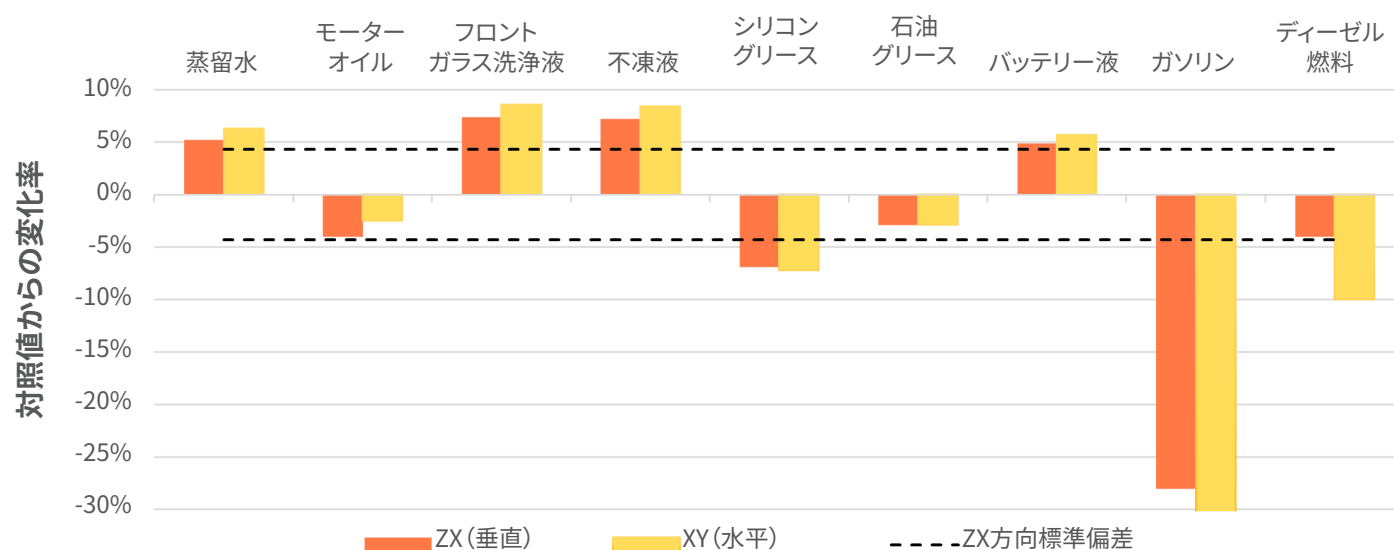
特性ごとの変化率のグラフ

PPの結果

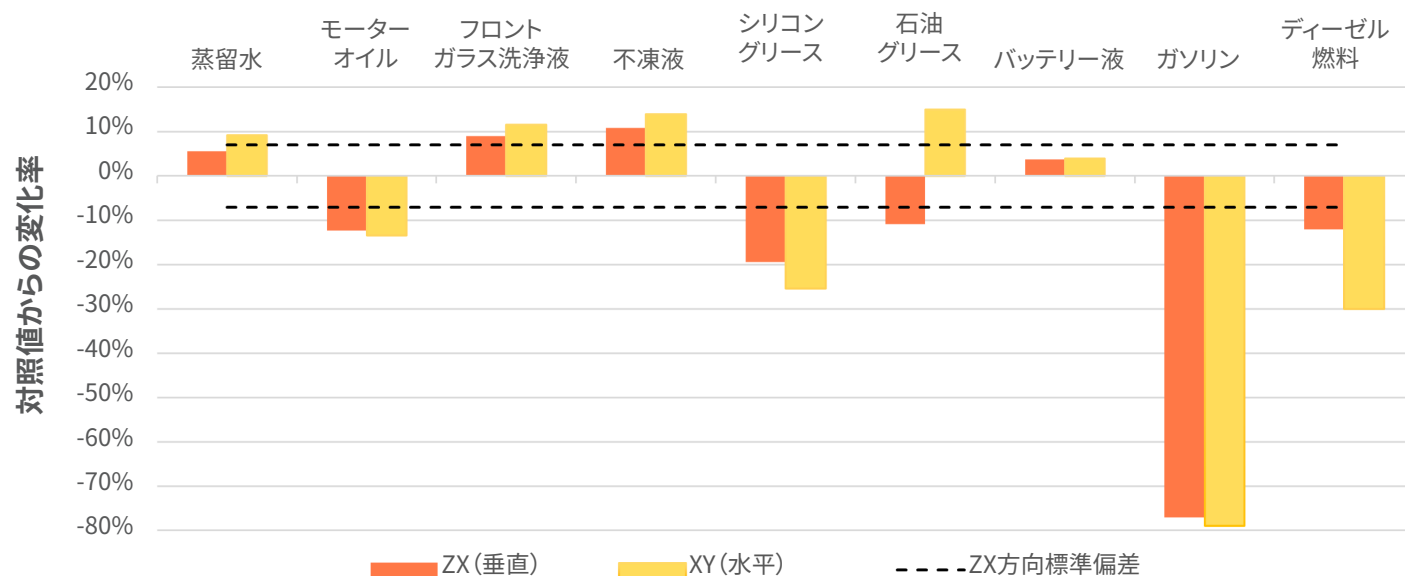
PPはStratays Preferred材料です。標準偏差の値はSAF PPデータシートをご覧ください。

各標準偏差値は黒い破線で示しています。

PPのUTSの公称値からの変化率



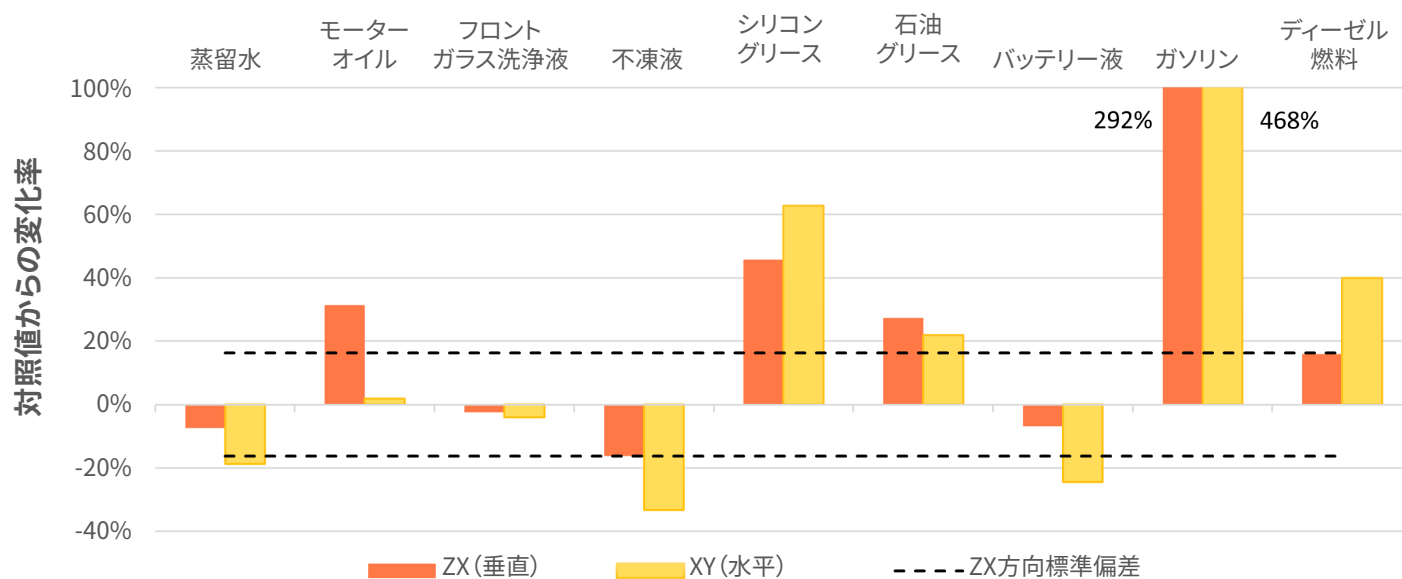
PPのヤング係数の公称値からの変化率





PPの結果(続き)

PPの破断点伸度の公称値からの変化率





最終結果表

PA11の機械特性の変化 - 168時間の曝露 (ASTM D543)

	試薬	ZX方向の変化率	XY方向の変化率
UTS (MPa)	蒸留水	0%	0%
	モーターオイル(合成)	+1%	+2%
	フロントガラス洗浄液	-4%	-3%
	不凍液	0%	-1%
	シリコングリース	-1%	+2%
	石油グリース	+1%	-1%
	バッテリー液	-19%	-15%
	ガソリン	-1%	-1%
	ディーゼル燃料	-2%	0%
弾性係数 (MPa)	蒸留水	-7%	-4%
	モーターオイル(合成)	+2%	+5%
	フロントガラス洗浄液	-8%	-9%
	不凍液	+1%	+1%
	シリコングリース	-8%	+4%
	石油グリース	-3%	-4%
	バッテリー液	-27%	-29%
	ガソリン	-12%	-8%
	ディーゼル燃料	+1%	+8%
破断点伸度 (%)	蒸留水	+5%	-1%
	モーターオイル(合成)	-9%	-7%
	フロントガラス洗浄液	-4%	-3%
	不凍液	-7%	+12%
	シリコングリース	+27%	0%
	石油グリース	+55%	+13%
	バッテリー液	+20%	+64%
	ガソリン	+61%	+52%
	ディーゼル燃料	+5%	+11%

High Yield PA11の基準値

特性(方向)	平均値
引張強度 (ZX)	47 MPa
引張強度 (XZ、YX)	51 MPa
破断点伸度 (ZX)	11 %
破断点伸度 (XZ、YX)	30 %
引張弾性係数 (ZX)	1609 MPa
引張弾性係数 (XZ、YX)	1529 MPa



最終結果表

PA12の機械特性の変化 - 168時間の曝露 (ASTM D543)

	試薬	ZX方向の変化率	XY方向の変化率
UTS (MPa)	蒸留水	+1%	-2%
	モーターオイル(合成)	0%	-2%
	フロントガラス洗浄液	+2%	0%
	不凍液	+1%	+1%
	シリコングリース	-2%	-3%
	石油グリース	+1%	-2%
	バッテリー液	-4%	-6%
	ガソリン	-7%	-9%
	ディーゼル燃料	-2%	-2%
弾性係数 (MPa)	蒸留水	0%	-2%
	モーターオイル(合成)	0%	0%
	フロントガラス洗浄液	-1%	+2%
	不凍液	-7%	-3%
	シリコングリース	0%	-2%
	石油グリース	-4%	-5%
	バッテリー液	-10%	-10%
	ガソリン	-19%	-17%
	ディーゼル燃料	-2%	0%
破断点伸度 (%)	蒸留水	+12%	-23%
	モーターオイル(合成)	-4%	-13%
	フロントガラス洗浄液	+16%	-23%
	不凍液	+39%	-7%
	シリコングリース	+14%	+22%
	石油グリース	+30%	+9%
	バッテリー液	-17%	-5%
	ガソリン	+58%	+31%
	ディーゼル燃料	+38%	+21%

SAF PA12の基準値

特性(方向)	平均値
引張強度 (ZX)	46 MPa
引張強度 (XZ、YX)	47 MPa
破断点伸度 (ZX)	5 %
破断点伸度 (XZ、YX)	11 %
引張弾性係数 (ZX)	1700 MPa
引張弾性係数 (XZ、YX)	1750 MPa

注：伸度の値が小さいのは、PA12の剛性によるものです。そのため、この試験はノイズの影響を受けやすく、この限られたサンプルサイズでは変化率が大きくなっている可能性があります。



最終結果表

PPの機械特性の変化 - 168時間の曝露 (ASTM D543)

	試薬	ZX方向の変化率	XY方向の変化率
UTS (MPa)	蒸留水	+5%	+6%
	モーターオイル(合成)	-4%	-3%
	フロントガラス洗浄液	+7%	+9%
	不凍液	+7%	+8%
	シリコングリース	-7%	-7%
	石油グリース	-3%	-3%
	バッテリー液	+5%	+6%
	ガソリン	-28%	-36%
	ディーゼル燃料	-4%	-10%
弾性係数 (MPa)	蒸留水	+6%	+9%
	モーターオイル(合成)	-12%	-13%
	フロントガラス洗浄液	+9%	+12%
	不凍液	+11%	+14%
	シリコングリース	-19%	-25%
	石油グリース	-11%	+15%
	バッテリー液	+4%	+4%
	ガソリン	-77%	-79%
	ディーゼル燃料	-12%	-30%
破断点伸度 (%)	蒸留水	-8%	-19%
	モーターオイル(合成)	+31%	+2%
	フロントガラス洗浄液	-2%	-4%
	不凍液	-16%	-33%
	シリコングリース	+46%	+63%
	石油グリース	+27%	+22%
	バッテリー液	-7%	-25%
	ガソリン	+292%	+468%
	ディーゼル燃料	+16%	+40%

SAF PPの基準値

特性(方向)	平均値
引張強度 (ZX)	25.8 MPa
引張強度 (XZ、YX)	25.8 MPa
破断点伸度 (ZX)	10.7 %
破断点伸度 (XZ、YX)	22.5 %
引張弾性係数 (ZX)	1212 MPa
引張弾性係数 (XZ、YX)	1260 MPa



最終結果表

PA11の寸法と重量の変化 - 168時間の曝露 (ASTM D453)

	試薬	ZX方向の変化率	XY方向の変化率
直径	蒸留水	0.0%	0.0%
	モーターオイル(合成)	0.0%	0.0%
	フロントガラス洗浄液	0.0%	0.0%
	不凍液	0.1%	-0.1%
	シリコングリース	0.0%	0.0%
	石油グリース	0.0%	0.0%
	バッテリー液	0.4%	0.4%
	ガソリン	0.1%	0.3%
	ディーゼル燃料	0.1%	0.0%
厚さ	蒸留水	0.2%	0.7%
	モーターオイル(合成)	0.0%	-0.5%
	フロントガラス洗浄液	0.2%	1.0%
	不凍液	0.0%	0.1%
	シリコングリース	-0.4%	-0.2%
	石油グリース	0.1%	0.3%
	バッテリー液	7.0%	6.6%
	ガソリン	0.6%	0.5%
	ディーゼル燃料	-0.7%	0.0%
重量	蒸留水	1.0%	0.6%
	モーターオイル(合成)	1.0%	0.4%
	フロントガラス洗浄液	0.3%	0.3%
	不凍液	0.9%	0.4%
	シリコングリース	1.0%	0.6%
	石油グリース	1.8%	1.0%
	バッテリー液	13.3%	13.0%
	ガソリン	1.2%	1.2%
	ディーゼル燃料	0.5%	0.2%
重量 (168時間乾燥後)	蒸留水	0.2%	0.2%
	モーターオイル(合成)	1.0%	0.5%
	フロントガラス洗浄液	0.3%	0.4%
	不凍液	0.2%	0.2%
	シリコングリース	0.2%	0.2%
	石油グリース	1.6%	0.9%
	バッテリー液	11.5%	10.9%
	ガソリン	0.6%	0.7%
	ディーゼル燃料	0.2%	0.1%



最終結果表

PA12の寸法と重量の変化 - 168時間の曝露 (ASTM D453)

	試薬	ZX方向の変化率	XY方向の変化率
直径	蒸留水	0.1%	0.1%
	モーターオイル(合成)	0.0%	0.0%
	フロントガラス洗浄液	0.0%	0.0%
	不凍液	0.0%	0.0%
	シリコングリース	0.0%	0.0%
	石油グリース	0.0%	0.0%
	バッテリー液	0.1%	0.1%
	ガソリン	0.3%	0.2%
	ディーゼル燃料	0.1%	0.0%
厚さ	蒸留水	0.1%	0.1%
	モーターオイル(合成)	-0.4%	-0.1%
	フロントガラス洗浄液	-0.1%	0.0%
	不凍液	-0.4%	0.1%
	シリコングリース	0.1%	0.2%
	石油グリース	2.4%	0.6%
	バッテリー液	1.1%	1.3%
	ガソリン	0.6%	0.4%
	ディーゼル燃料	0.0%	-0.3%
重量	蒸留水	-2.1%	-1.0%
	モーターオイル(合成)	1.0%	0.7%
	フロントガラス洗浄液	0.7%	0.5%
	不凍液	1.4%	1.1%
	シリコングリース	1.0%	0.5%
	石油グリース	1.8%	1.2%
	バッテリー液	3.9%	3.8%
	ガソリン	1.2%	1.2%
	ディーゼル燃料	0.7%	0.6%
重量 (168時間乾燥後)	蒸留水	2.3%	-2.1%
	モーターオイル(合成)	1.3%	1.0%
	フロントガラス洗浄液	0.4%	0.4%
	不凍液	0.2%	1.5%
	シリコングリース	0.3%	0.6%
	石油グリース	1.8%	1.3%
	バッテリー液	3.0%	3.2%
	ガソリン	0.5%	0.6%
	ディーゼル燃料	0.6%	0.5%



最終結果表

PPの寸法と重量の変化 - 168時間の曝露 (ASTM D453)

	試薬	ZX方向の変化率	XY方向の変化率
直径	蒸留水	0.0%	0.0%
	モーターオイル(合成)	0.0%	0.0%
	フロントガラス洗浄液	-0.6%	0.0%
	不凍液	-0.1%	-0.1%
	シリコングリース	0.3%	0.4%
	石油グリース	0.1%	0.1%
	バッテリー液	0.0%	-0.1%
	ガソリン	5.0%	4.4%
	ディーゼル燃料	0.3%	0.3%
厚さ	蒸留水	0.6%	0.0%
	モーターオイル(合成)	0.0%	-0.3%
	フロントガラス洗浄液	-0.1%	-0.3%
	不凍液	-0.1%	-0.3%
	シリコングリース	1.3%	1.4%
	石油グリース	0.4%	0.5%
	バッテリー液	-0.2%	-0.1%
	ガソリン	4.1%	5.5%
	ディーゼル燃料	1.1%	0.2%
重量	蒸留水	0.2%	0.1%
	モーターオイル(合成)	1.1%	0.9%
	フロントガラス洗浄液	0.2%	0.2%
	不凍液	0.3%	0.1%
	シリコングリース	2.3%	2.8%
	石油グリース	2.6%	1.9%
	バッテリー液	0.5%	0.3%
	ガソリン	15%	15%
	ディーゼル燃料	1.4%	1.3%
重量 (168時間乾燥後)	蒸留水	0.0%	0.0%
	モーターオイル(合成)	1.0%	0.9%
	フロントガラス洗浄液	0.0%	0.0%
	不凍液	0.6%	0.0%
	シリコングリース	0.8%	1.0%
	石油グリース	2.04%	1.6%
	バッテリー液	0.0%	0.0%
	ガソリン	3.7%	3.6%
	ディーゼル燃料	0.7%	0.7%



PA11のまとめ

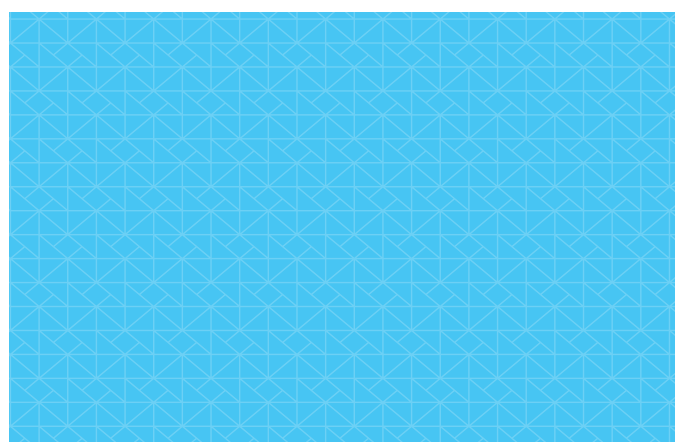
試薬	重量と寸法の安定性	機械的安定性
蒸留水	優良	優良
合成モーターオイル	優良	優良
フロントガラス洗浄液	優良	優良
不凍液	優良	優良
シリコングリース	優良	優良
石油グリース	優良	優良
バッテリー液	限定的な耐薬品性	限定的な耐薬品性
ガソリン	優良	優良
ディーゼル燃料	優良	優良

High Yield PA11は、試験を行った9つの試薬のうち7つに対して優れた耐薬品性を示しました。蒸留水、合成モーターオイル、フロントガラス洗浄液、不凍液冷却水、シリコングリース、石油グリース、ディーゼル燃料が材料に及ぼす影響はほとんど見られませんでした。バッテリー液では機械的強度が平均17%低下し、その後、材料の軟化により弾性が増加しました。ガソリンへの浸漬でも、可塑化効果が見られました。

すべての試薬で寸法の変化率はごくわずかでしたが、PA11をバッテリー液に浸漬した場合、重量に顕著な増加が見られました。また、ライトグレーからダークブルーへの恒久的な変色も観察されました(図7)が、バッテリー液以外の試験ではこのような変化は見られませんでした。



図7 168時間の乾燥後に変色したPA11バッテリー液試験片。





PA12のまとめ

試薬	重量と寸法の安定性	機械的安定性
蒸留水	優良	優良
合成モーターオイル	優良	優良
フロントガラス洗浄液	優良	優良
不凍液	優良	優良
シリコングリース	優良	優良
石油グリース	優良	優良
バッテリー液	良好な耐薬品性	良好な耐薬品性
ガソリン	優良	良好な耐薬品性
ディーゼル燃料	優良	優良

SAF PA12は、9つの試薬のうち、7つに対して優れた耐薬品性を示しました。蒸留水、合成モーターオイル、フロントガラス洗浄液、不凍液冷却水、シリコングリース、石油グリース、ディーゼル燃料の影響はほとんど見られませんでした。

PA12では、バッテリー液にさらしたときにのみ、試験片の強度がやや低下し、弾性がわずかに低下しました。ガソリンへの浸漬でも同様に、機械的特性がやや低下しました。

この試験では、寸法の変化はほとんど見られませんでした。また、この材料はバッテリー液にさらされても最小限の重量の増加しか見られず、この点においてPA11よりも優れた性能を発揮しました。



PPのまとめ

試薬	重量と寸法の安定性	機械的安定性
蒸留水	優良	優良
合成モーターオイル	優良	優良
フロントガラス洗浄液	優良	優良
不凍液	優良	優良
シリコングリース	良好な耐薬品性	良好な耐薬品性
石油グリース	優良	優良
バッテリー液	優良	優良
ガソリン	限定的な耐薬品性	限定的な耐薬品性
ディーゼル燃料	優良	優良

SAF PPIは、9つの試薬のうち7つに対して優れた耐薬品性を示しました。蒸留水、モーターオイル、フロントガラス洗浄液、不凍液、石油グリース、バッテリー液、ディーゼル燃料の影響はほとんど見られませんでした。予測されたように、ガソリンはこの材料の機械的特性を大幅に低下させました。この結果は、強い可塑化効果があることを示しています。

この材料は、バッテリー液（濃硫酸）にさらされても優れた性能を発揮し、現在、酸性用途に最適なSAF材料であることが確認されました。



stratasys.co.jp
ISO 9001:2015
認証取得

ストラタシス本社
7665 Commerce Way,
Eden Prairie, MN 55344
+1 800 801 6491 (米国内フリーダイヤル)
+1 952 937-3000 (米国外)
+1 952 937-0070 (Fax)

1 Holtzman St., Science Park,
PO Box 2496
Rehovot 76124, Israel
+972 74 745 4000
+972 74 745 5000 (Fax)

ホワイトペーパー
SAF

© 2024 Stratasys. All rights reserved. Stratasys, Stratasys Signetのロゴ、SAF、H350、GrabCAD、GrabCAD PrintはStratasys, Inc.の登録商標です。その他の商標はすべて、各所有者に帰属します。Stratasysは、これらのStratasys以外の製品の選択、パフォーマンス、利用については一切責任を負いません。製品仕様は、予告なく変更されることがあります。
WP_SAF_Chemical Resistance to Automotive Chemicals_A4_0624a