

ニチアス 技術時報

No.390

2020年 3号

Contents

【製品紹介】

PTFEテープ

TOMBO™ No.9001「ナフロン® PTFEテープ」

【新製品紹介】

耐プラズマ性パーフロロエラストマー

TOMBO™ No.2675-C3「ブレイザー® Oリング-C3」

TOMBO™ No.2675-C4「ブレイザー® Oリング-C4」

高純度薬液移送用PFAチューブ

TOMBO™ No.9003「ナフロン® PFA-UGチューブ」

【解説】

パリ協定について(後編)

～パリ協定の意義およびニチアスとの関わり～



ニチアス

目次

【製品紹介】

◆PTFE テープ

TOMBO™ No.9001 「ナフロン® PTFE テープ」 1

工業製品事業本部 配管・機器部品技術開発部

【新製品紹介】

◆耐プラズマ性パーフロロエラストマー

TOMBO™ No.2675-C3 「ブレイザー® Oリング -C3」

TOMBO™ No.2675-C4 「ブレイザー® Oリング -C4」 5

工業製品事業本部 ゴム事業推進室

【新製品紹介】

◆高純度薬液移送用 PFA チューブ

TOMBO™ No.9003 「ナフロン® PFA-UG チューブ」 10

高機能製品事業本部 樹脂技術開発部

【解説】

◆パリ協定について（後編）

～パリ協定の意義およびニチアスとの関わり～ 14

基幹産業事業本部 工事業部 工事技術部 瀬川 美能留
小倉 晃太郎

表紙写真：

PTFE を薄いフィルム状に加工した TOMBO™ No.9001 「ナフロン® PTFE テープ」 についてご紹介します。
詳細は P1 【製品紹介】 をご覧ください。

① ナフロン® PTFE テープ外観

PTFE ビレットを回転させながら刃物を当てて薄く連続的に剥いて巻き取ることで、PTFE テープを加工します。

② PTFE ビレット外観

PTFE パウダーを圧縮成形し焼成した、円筒状のブロックです。



送り先ご住所の変更、送付の停止などにつきましては、下に記載の連絡先までご連絡ください。
なおその際は、宛て名シールに記載されている 7 桁のお客番号を必ずお知らせくださいますよう、お願いいたします。

〈連絡先および本誌に関するお問い合わせ先〉

ニチアス株式会社 経営企画部広報課

TEL:03-4413-1194

FAX:03-3552-6149

E-mail : info@nichias.co.jp

本誌の内容は当社のホームページでもご紹介しております。
<https://www.nichias.co.jp/>

PTFE テープ

TOMBO™ No.9001 「ナフロン® PTFE テープ」

工業製品事業本部 配管・機器部品技術開発部

1. はじめに

ふっ素樹脂は優れた耐熱性、耐薬品性、電気絶縁性、非粘着性、耐候性を兼ね備えた合成樹脂で、化学、電気・電子、半導体、自動車産業などにおいて幅広く活躍しています。弊社では1951年、日本において他社に先駆けてふっ素樹脂加工品の研究を開始して以来、ふっ素樹脂の特性を活かした製品開発を行ってまいりました。弊社のふっ素樹脂製品を総称して「ナフロン®」と呼んでいます。

本稿では「ナフロン®」製品の中でも薄いフィルム状に加工したTOMBO™ No.9001「ナフロン® PTFE テープ」についてご紹介します。



図1 PTFEテープ外観

2. PTFE テープとは

弊社では薄くフィルム状に加工したPTFEをテープと呼んでいます。一般にテープと聞くと粘着テープを想像されるかもしれませんが、弊社

PTFE テープには一部製品を除き基本的に粘着剤は付いておりません。

2.1 ふっ素樹脂の種類とPTFE

ふっ素樹脂は主に8種類が知られています¹⁾。その中でもポリテトラフルオロエチレン（以下、PTFE）、テトラフルオロエチレン-パーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体（以下、PFA）が工業用途に多く使用されています。また、その他ガスバリア性と機械的強度に優れたポリクロロトリフルオロエチレン（以下、PCTFE）などもその特性を活かして利用されています。

表1に主要なふっ素樹脂の例を、表2にその物性一覧を示します。

【ふっ素樹脂の特長】

- ・ 高い耐熱性
- ・ 優れた耐薬品性
(ほとんどの酸・アルカリに侵されない)
- ・ 優れた電気特性
- ・ 低い摩擦係数
- ・ 優れた非粘着性

表1 主要なふっ素樹脂の例

名称	構造式	特性
PTFE	$\left[\begin{array}{c} \text{F} \quad \text{F} \\ \quad \\ -\text{C}-\text{C}- \\ \quad \\ \text{F} \quad \text{F} \end{array} \right]_n$	耐熱性、耐薬品性、電気特性、非粘着性、自己潤滑性に優れる。
PFA	$\left[\begin{array}{c} \text{F} \quad \text{F} \\ \quad \\ -\text{C}-\text{C}- \\ \quad \\ \text{F} \quad \text{F} \end{array} \right]_m \left[\begin{array}{c} \text{F} \quad \text{F} \\ \quad \\ -\text{C}-\text{C}- \\ \quad \\ \text{F} \quad \text{ORf} \end{array} \right]_n$	PTFEに匹敵する特性を持ち、かつ複雑な形状でも熱溶融成形ができる。
PCTFE	$\left[\begin{array}{c} \text{F} \quad \text{F} \\ \quad \\ -\text{C}-\text{C}- \\ \quad \\ \text{F} \quad \text{Cl} \end{array} \right]_n$	機械的特性に優れる。 ガス透過が少ない。

表2 ふっ素樹脂の物性一覧 (代表値)¹⁾

物性	単位	試験法		樹脂種類			備考	
		JIS	ASTM	PTFE	PFA	PCTFE		
物理的	融点	℃	K 6395	D 4591	327	310	220	
	比重	-	K 7112	D 792	2.12 ~ 2.17	2.13 ~ 2.20	2.10 ~ 2.20	
機械的	引張強度	MPa	K 7162	D 638	20 ~ 35	25 ~ 35	31 ~ 41	
	伸び	%			200 ~ 400	300 ~ 350	80 ~ 250	
	圧縮強度	MPa	K 7181	D 695	10 ~ 15	15 ~ 20	31 ~ 51	10%変形
	ショア硬さ	[Dスケール]	K 7215	D 2240	50 ~ 55	62 ~ 66	75 ~ 80	
熱的	熱伝導率	W/[m·K]	A 1412	C 177	0.23	0.19	0.22	
	比熱	10 ³ J/[kg·K]	K 7123	-	1.0	1.0	0.9	
	線膨張係数	10 ⁻⁵ /K	-	D 696	10	12	6	- 30℃ ~ + 30℃
	最高使用温度	℃	K 7226		260	260	120	連続使用
電気的	体積抵抗率	Ω·cm	K 6911	D 257	>10 ¹⁸	>10 ¹⁸	>10 ¹⁸	
	絶縁破壊電圧	kV/mm		D 149	19	20	22	3.2mm厚, 短時間法
	比誘電率	-	K 6935	D 150	2.1	2.1	2.6	at 1MHz
	誘電正接	-			0.0002	0.0003	0.020	at 1MHz
その他	吸水率	%	K 7209	D 570	0.01	0.01	0.01	

2.2 PTFEテープの製造方法

PTFEの代表的成形方法には圧縮成形法、ペー
スト押出法およびディスパージョン含浸の3つが
あります。PTFEは熱可塑性樹脂の一つですが、
分子量が百万~数千万と非常に大きいために溶融
しても粘度が高く、一般の熱可塑性樹脂のように
溶かして押し出すような成形方法を用いることが
できません。

PTFEテープは、素材となるPTFEビレット（円
筒状のブロック）を圧縮成形法によって成形し、
そのビレットから“スカイブ”という方法で薄い
フィルム状に加工します。

2.2.1 PTFEビレットの圧縮成形法

原料としてモールドイングパウダーと呼ばれる

種類のPTFEパウダーを用います。

①金属の金型内にPTFEパウダーを充てんしま
す。②プレスによって圧縮します。③圧縮された
成形体を取り出し、PTFEの融点以上の温度で焼
成し、冷却します。④焼成によりPTFEのパウダー
同士は一体化し緻密なブロックとなります（図2）。

2.2.2 PTFEテープのスカイブ加工

PTFEビレットの内径に軸となる治具を挿入し、
回転させながら刃物を当てて薄く連続的に剥いて
巻き取ります。大根のかつら剥きをイメージする
と分かりやすいでしょう。図3にPTFEビレット
の外観を、図4にはスカイブのイメージを示します。

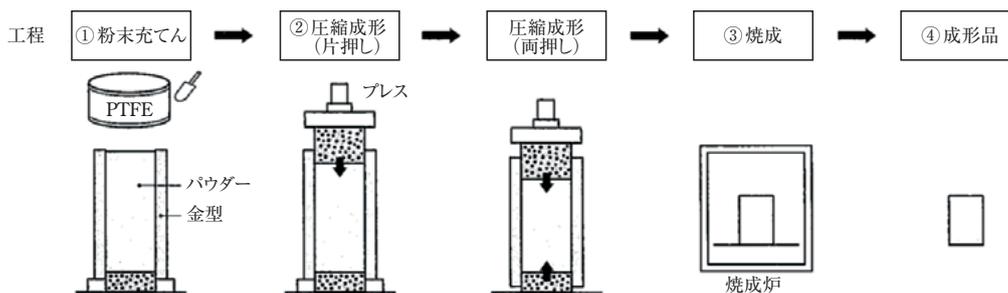


図2 圧縮成形法模式図²⁾



図3 PTFEビレット外観

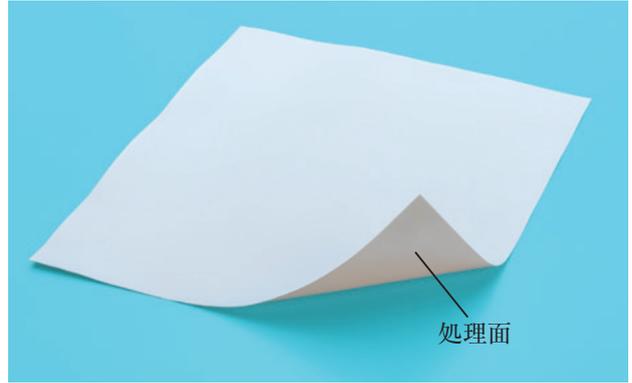


図5 セメントブルテープ外観 (TOMBO™ No.9004-K)

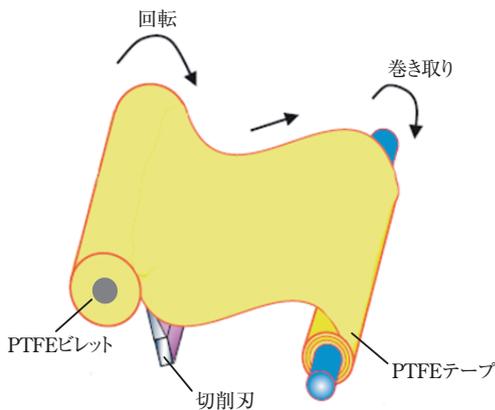


図4 スカイク模式図と大根のかつら剥き

2.3 PTFEテープのセメントブル処理 (接着前処理)

PTFEは優れた非粘着性（水や油を強く弾く性質）を有しておりますが、用途によってはPTFEテープを金属等の相手材に接着したい場合があります。その場合はPTFEの接着したい面を薬液処理することにより接着可能な面とすることができます（処理面は茶褐色に変色します）。弊社ではこれをセメントブル処理と呼んでいます。片面処理した製品（TOMBO No.9004-K）と両面処理した製品（TOMBO No.9004-R）があります。

2.4 PTFEテープの用途

PTFEテープはさまざまな用途にご使用いただいています。

- ・電気絶縁フィルム…PTFEの高い絶縁抵抗
- ・打ち抜きパッキン…PTFEの高い耐薬品性
- ・耐熱離型材…PTFEの高い融点（327℃）、連続使用温度（260℃）、非粘着性
- ・スライド部材…PTFEの低い摩擦係数
- ・プリント基板材料…PTFEの低い誘電率および誘電正接

特に近年、需要の高まっている用途として以下があげられます。

- (1) 電子部品の製造工程中における耐熱離型材
- (2) 航空・宇宙関連の大型CFRP成形工程における離型材
- (3) 5G通信関連に用いられるふっ素樹脂製プリント基板の材料

3. 弊社PTFEテープの種類

弊社のPTFEテープは、組成としてPTFEのみの純PTFEとPTFEに各種充てん材を配合した充てん材入りに分けられます。

充てん材入りはPTFEの持つ優れた特性を基本的に変えることなく、強度、耐摩耗性、耐クリープ性、熱伝導率、線膨張率などの機械的・熱的物性を改良したPTFEテープです。表3に充てん材入りの種類と特長を示します。

また、純PTFEには従来から生産している「ナフロンPTFEテープ」に、今春より「ナフロン

表3 充てん材入りの種類と特長

TOMBO™ No.	充てん材種類	特長
9001-G20	ガラスファイバー (20%)	耐摩耗性
9001-GR15	グラファイト (15%)	低摩擦性, 耐摩耗性
9001-GMo	ガラスファイバー (20%) + 二硫化モリブデン (5%)	耐摩耗性, 耐クリープ性, 曲げ/圧縮強度, 硬度, 低摩擦性
9001-GGR	ガラスファイバー (20%) + グラファイト (5%)	耐摩耗性, 低摩擦性
9001-CF15	カーボンファイバー (15%)	引張強度/伸び, 耐摩耗性 耐クリープ性

※その他の充てん材についてはご相談ください。

表4 各品種の製作可能寸法

TOMBO™ No.	厚さ [mm]	最大幅 [mm]	最大長さ [mm]
9001	0.05 ^{*1} ~ 3.00	500	5 ~ 100
9001-H	0.05 ^{*1} ~ 0.25	1300	120 ~ 600
充てん材入りグレード	0.20 ~ 1.50	200	20 ^{*2} ~ 150

※1 厚さ0.05mm未満のテープも製造可能です。規格外の厚さ・幅についてはご相談ください。

※2 厚さおよび充てん材種類による。

表5 各品種の代表物性

項目	単位	測定条件	純PTFE	充てん材入り				
				G20	GR15	GMo	GGR	CF15
融点	℃	-		327				
比重	-	25℃	2.17	2.24	2.17	2.29	2.23	2.04
引張強さ	MPa	JIS K 6891	32.4	22.9	19.6	17.5	15.8	20.6
伸び	%	JIS K 6891	350	338	325	300	220	280
圧縮強さ	MPa	0.2% オフセット CD 方向	7.2	7.5	9.8	8.2	9.8	11.4
硬度	-	ショアー D	55	62	61	65	65	64
絶縁耐力	kV/mm	JIS C 2210 (油)	46.4	15.5	4.1	20.2	10.2	-
吸水率	%	ASTM D570	0.00	0.014	0.00	0.010	0.016	-
動摩擦係数	-	P = 0.7MPa V = 0.5/sec	0.22	0.38-0.42	0.22-0.25	0.29-0.31	0.29-0.30	0.29
静摩擦係数	-	P = 3.43MPa	0.05-0.08	0.10-0.13	0.08-0.10	0.08-0.10	0.08-0.10	-
磨耗係数	mm/[km・MPa]	65hrs 鈴木式	2 × 10 ⁻¹	1.1 × 10 ⁻⁴	6.8 × 10 ⁻⁴	1.0 × 10 ⁻⁴	0.5 × 10 ⁻⁴	1.0 × 10 ⁻⁴

※各種充てん材入り PTFE の代表値でありテープの実測値ではありません。

PTFEテープ-H」が加わりました。「ナフロン PTFEテープ-H」は「ナフロン PTFEテープ」に比べ製品幅が最大1300mmまでとれることが特長で、これまで対応できなかった幅広品の需要に応えることが可能になりました。

3.1 寸法仕様

各品種の製作可能寸法を表4に示します。

3.2 代表物性

純PTFEと充てん材入り各種の代表物性を表5に示します。

4. おわりに

今回ご紹介したTOMBO™ No.9001「ナフロン® PTFEテープ」はPTFEの優れた材料特性を活か

してさまざまな工業製品の部材や製造工程に用いられ、私たちの生活をより便利にしています。

今後ともお客様のニーズに対応すると共に、より環境にやさしい製品・製造工程とすべく、新たな技術・品質向上を目指していく所存です。

本製品に対するお問い合わせは工業製品事業本部 配管・機器部品技術開発部までお願いいたします。

参考文献

- 1) 日本弗素樹脂工業会編 ふっ素樹脂ハンドブック 2011年11月改訂12版。
- 2) 三井・ケマーズフロプロダクツ株式会社編 フッ素樹脂テフロン™実用ハンドブック 2019年(令和元年)6月改訂。

*「TOMBO」はニチアス(株)の登録商標または商標です。

*「ナフロン」はニチアス(株)の登録商標です。

*本稿の測定値は参考値であり、保証値ではありません。

耐プラズマ性パーフルオロエラストマー TOMBO™ No.2675-C3「ブレイザー® Oリング-C3」 TOMBO™ No.2675-C4「ブレイザー® Oリング-C4」

工業製品事業本部 ゴム事業推進室

1. はじめに

半導体製造工程の真空チャンバー付近に使用するゴムOリングには耐熱性、耐プラズマ性以外に純粋性も求められます。弊社はこれまで耐プラズマ用途として「ブレイザー® FC」「ブレイザー® FE」「ブレイザー® ネクスト（以下BNX）」などを製品化してきましたが、この度、耐プラズマ性の中でも特に耐クラック性や純粋性に優れたTOMBO™ No.2675-C3「ブレイザー® Oリング-C3」（以下、BC3）、TOMBO™ No.2675-C4「ブレイザー® Oリング-C4」（以下、BC4）を新たに発売しましたのでご紹介いたします。

2. 製品概要

2.1 外観

BC3、BC4の製品外観を図1に示します。

BC3、BC4はパーフルオロエラストマー（以下、FFKM）を主成分とした黒色*のシール材です。
*黒色は架橋由来の色であり、カーボンは配合されていません。



図1 ブレイザー® Oリング-C3, ブレイザー® Oリング-C4の製品外観

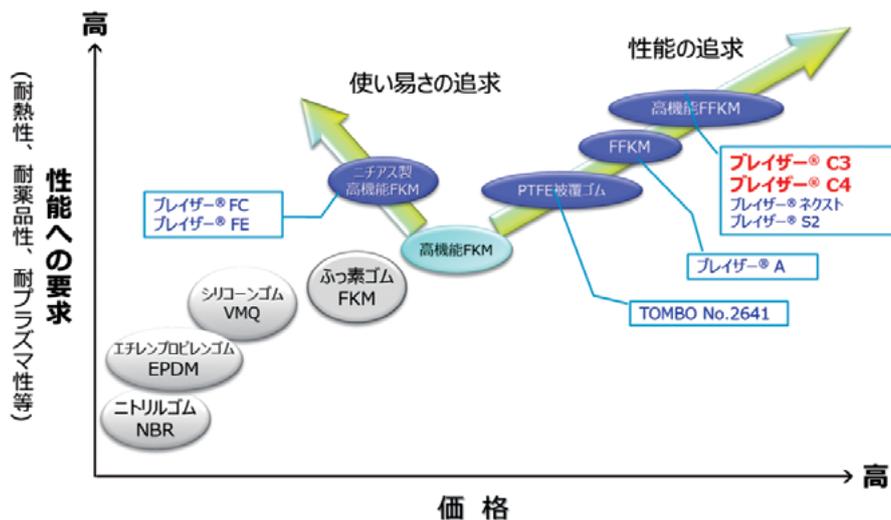


図2 各種ゴム材料のポジション

2.2 特長

本製品を含む各種ゴム材料のポジション図を図2に示します。FFKMは一般ゴム（EPDM, NBRなど）と比較し、耐熱性、耐薬品性、耐プラズマ性等に優れており、FFKMの中でもBC3, BC4は特に耐プラズマ性や純粋性に優れております。

本製品の対象装置・特長を表1に示します。NF₃ガスなど腐食性ガスを使用する場合はBC3, O₂ガスをメインで使用する場合はBC4の使用を推奨いたします。

表1 本製品の対象装置・特長

	BC3	BC4
対象装置	プラズマCVD*装置	プラズマエッチング装置
ガス種	NH ₃ , TEOS, NF ₃ , CF ₄ , O ₂	Cl ₂ , HBr, CF ₄ , O ₂
特長	<ul style="list-style-type: none"> ・耐NF₃性 ・無機フィラーフリー ・金属フリー ・耐クラック性 	<ul style="list-style-type: none"> ・耐O₂性 ・耐ダイレクトプラズマ ・金属フリー ・耐クラック性

※ CVD：Chemical Vapor Deposition（化学気相成長）

2.3 一般物性

BC3, BC4と従来品であるBNXの一般物性を表2に示します。BNXはカーボン含有配合であるのに対し、BC3, BC4はカーボンを含んでおらず純粋性に優れております。

表2 一般物性

製品名	BC3	BC4	BNX (従来品)	
色調	黒	黒	黒	
カーボン有無	無	無	有	
耐熱目安 [°C]	300	300	335	
一般物性	硬度 [Duro A]	75	76	76
	引張強さ [MPa]	12.0	10.0	11.1
	切断時伸び [%]	200	204	138
	100%引張応力 [MPa]	4.6	4.4	8.3

2.4 製品寸法

JIS B2401, AS568Bの規格寸法に対応します。その他の寸法・形状についても対応可能ですのでご相談ください。

3. 性能

自社触媒により特定のニトリル系架橋を高誘導することで300℃耐熱性を実現し、かつ、耐プラズマ性良好な樹脂を微分散化することにより耐プラズマ性を向上させた製品です（図3）。

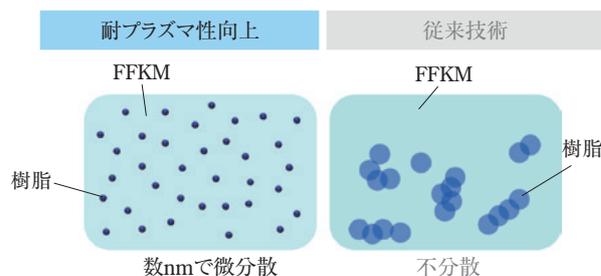


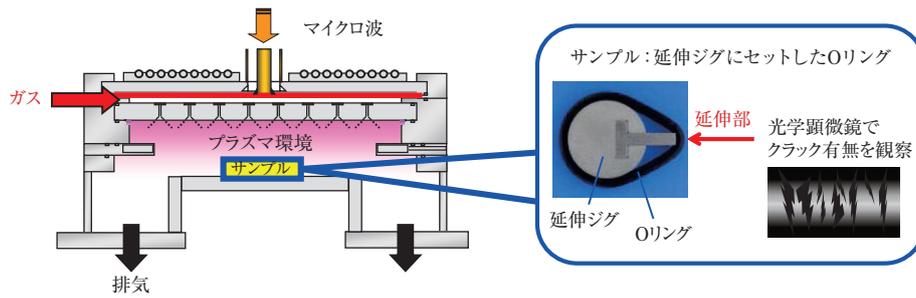
図3 樹脂微分散の概略図

3.1 耐プラズマ性

3.1.1 プラズマ暴露によるクラック

半導体製造装置の真空チャンバー付近に使用するOリングはクラックによるリークが問題となることも多く、耐クラック性が重要視されます。耐クラック試験は図4に示すようなジグでサンプルを延伸し、表面波プラズマエッチング装置（SWP）を用いて試験を実施いたしました。結果を図5に示します。

今回の試験では、BC3, BC4のクラック発生時間は弊社従来品のBNXや他社品より2倍以上長く、耐クラック性に優れていることが確認され、BC3, BC4はプラズマ環境下における長期安定したシール性が期待できます。



		BC3	BC4	BNX	他社品A	他社品B
試験時間	0					
	40					
	60					
	80					
	120					
	150					
	180					
	240					
クラック発生時間 [min]		180	150	60	80	40

図5 クラック発生時間と外観写真

3.1.2 プラズマ暴露による重量減少

半導体製造工程でのプラズマ環境はイオンとラジカルとが混在した状態にあり、装置により比率が異なります。そこでラジカルの多い環境(リモート/ダイレクト混在環境)と、イオンの多い環境(ダイレクト環境)とで、それぞれプラズマ暴露試験を実施しました。結果を図6, 図7に示します。

結果、ラジカルの多いリモート/ダイレクト環境(図6)では、BC3, BC4は重量減少率が低く、他社品同等以上の優れた耐プラズマ性を示し、BC4は特にイオンの多いダイレクト環境/O₂単ガス(図7)において優れた耐プラズマ性を発揮することが確認されました。

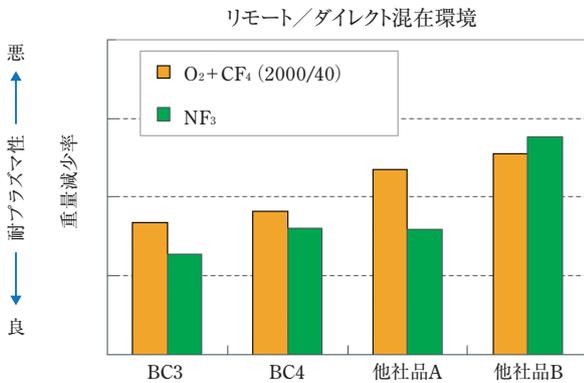


図6 耐プラズマ試験 (リモート/ダイレクト混在環境)
(SWP装置, 100Pa, 3,000W, 30min, O₂/CF₄ = 2000/40sccm, NF₃ = 200sccm)

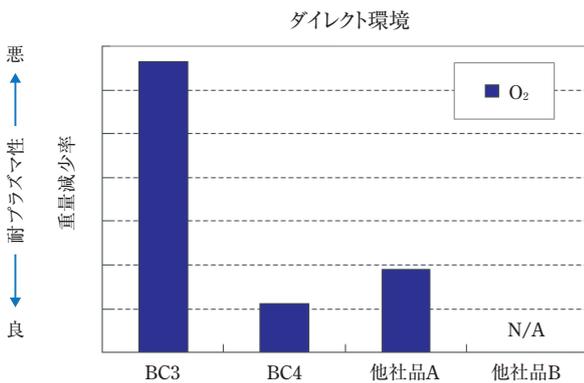


図7 耐プラズマ試験 (ダイレクト環境)
(ICP装置, 25Pa, 2,000W, 30min, O₂ = 192sccm)

3.2 耐熱性

ゴムの耐熱性を比較する指標として圧縮永久ひずみが用いられ、この値が大きいほどシール性が悪いことを示し、一般的に80%が寿命とされます。

圧縮永久ひずみの概念図を図8に、算出法を式1に示します。

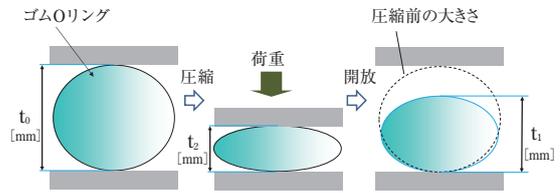


図8 圧縮永久ひずみの概念図

$$C_s = \frac{(t_0 - t_1)}{(t_0 - t_2)} \times 100 \quad \text{..... (式1)}$$

- C_s : 圧縮永久ひずみ [%]
- t₀ : 試料の初期厚さ [mm]
- t₁ : 試験後の試料厚さ [mm]
- t₂ : 圧縮時の試料厚さ [mm]

図9に200℃, 300℃にて圧縮永久ひずみ試験を実施した結果を示します。結果、他社品よりもBC3, BC4の方が圧縮永久ひずみが小さく、長期シール性が期待できます。

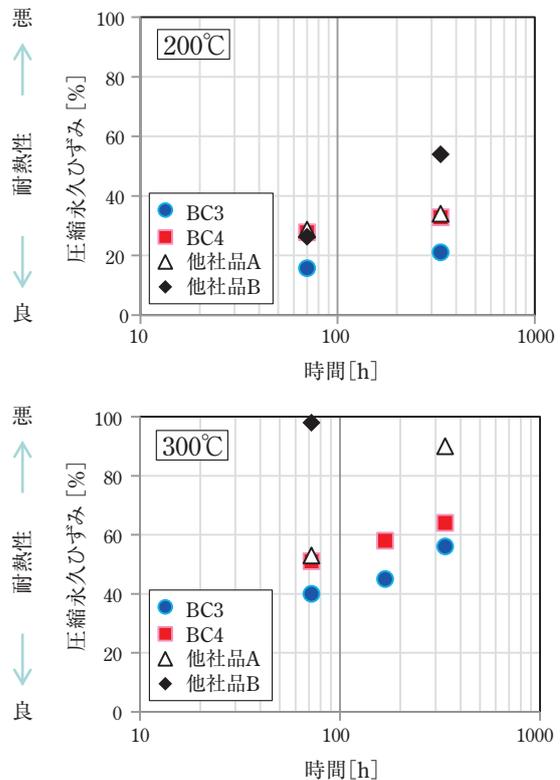


図9 圧縮永久ひずみ試験 (上: 200℃, 下: 300℃)

3.3 純粋性（含有金属特性）

半導体製造工程において、金属汚染は電子部品の品質に多大な影響を与えるため、部材の含有金属量も最小限に抑える必要があります。この点において、BC3、BC4の含有金属量は他社品同等以下であり、エッチングチャンバー内部のシール材としても好適です（図10）。

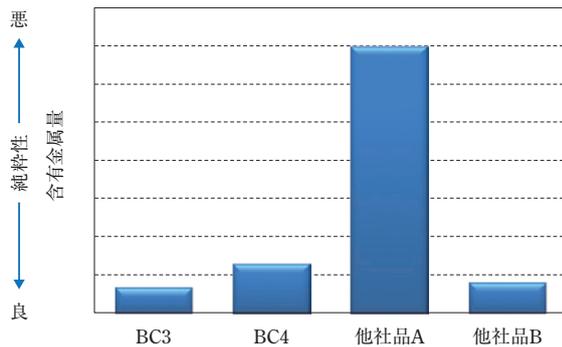


図10 含有金属量（ICP-MSによる）

4. おわりに

今回ご紹介いたしましたTOMBO™ No.2675-C3「ブレイザー® Oリング-C3」、TOMBO™ No.2675-C4「ブレイザー® Oリング-C4」は耐プラズマ性や純粋性、耐熱性に優れたFFKMシール材です。

耐プラズマクラック性や純粋性に優れているため、チャンバー内部のシール材に好適です。ご興味をお持ちいただけましたら幸いです。

また、今後ともお客様のニーズに対応した製品開発・改良を行っていく所存ですので、ご意見・ご要望をぜひお聞かせください。

本稿に関するご質問・お問い合わせは、工業製品事業本部 ゴム事業推進室までお願いいたします。

*「TOMBO」はニチアス(株)の登録商標または商標です。

*「ブレイザー」はニチアス(株)の登録商標です。

*本稿の測定値は参考値であり、保証値ではありません。

自社開発の
オリジナル架橋剤の成果
320°Cの実力

耐蒸気性パーフロロエラストマー
ブレイザー® Oリング-S2

BLAZER™
SERIES
High Performance Elastomer Parts

ニチアス

※「ブレイザー」はニチアス(株)の登録商標です。

高純度薬液移送用PFAチューブ TOMBO™ No.9003 「ナフロン® PFA-UGチューブ」

高機能製品事業本部 樹脂技術開発部

1. はじめに

ふっ素樹脂PFA（パーフルオロアルコキシアルカン）チューブは、耐熱性、耐薬品性、純粋性に優れているため、高温かつ腐食性の高い、高純度薬液を使用する半導体製造において、配管材料として多く利用されています。

近年、半導体製造工程において、環境負荷および安全面に対する配慮から、PFAチューブからの薬液の透過量を低減させることが求められています。また、半導体回路の微細化に伴い、薬液の滞留や不純物混入による高純度薬液の汚染低減要求が厳しく、PFAチューブには内表面平滑性、液切れ性、低イオン溶出性という特性も求められています。

弊社は、これまでにチューブ内表面を平滑化することでパーティクルや薬液の滞留を低減させたTOMBO™ No.9003「ナフロン® PFA-HGチューブ」（以下、HGチューブ）、薬液の透過量を低減させたTOMBO™ No.9003「ナフロン® PFA-SGチューブ」（以下、SGチューブ）を販売してきました。

この度、耐薬液透過性およびチューブ内表面平滑性をさらに改良したTOMBO™ No.9003「ナフロン® PFA-UGチューブ」（以下、UGチューブ）を製品化しましたので、紹介いたします。

2. 製品概要

「UGチューブ」は、従来PFAチューブと異なる分子形態をもつPFA原料を用い、耐薬液透過性

およびチューブ内表面平滑性に優れた製品です。標準寸法を表1、外観を図1に示します。

表1 UGチューブ標準寸法

呼び径 (インチ)	寸法 (mm)			長さ (m)
	内径	外径	肉厚	
1/4	4.35	6.35	1.00	10,50
3/8	7.52	9.52	1.00	10,50



図1 UGチューブ外観

3. 特長

従来の弊社PFAチューブと比較して、下記の特長があります。

- ・塩酸透過量が少ない
- ・チューブ内表面平滑性に優れる
- ・液切れ性に優れる
- ・ふっ素イオン溶出量が少ない

4. 評価試験結果

上記特長に関する試験結果を以下に記します。

4.1 塩酸透過量測定

4.1.1 試験サンプル

チューブ：UGチューブ，HGチューブ，
SGチューブ

サイズ：1インチ（22.22×25.40 [mm]）

4.1.2 試験方法

図2のように試験装置を組み、チューブ内部に37%塩酸を満たした後、試験装置内に超純水を入れ70℃に保持し、試験開始から14、28日後の超純水中の塩素イオン濃度を測定し、塩酸透過量から塩酸透過係数を算出しました。

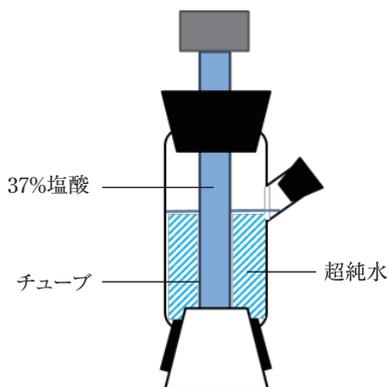


図2 試験装置概略

4.1.3 試験結果

各チューブの塩酸透過係数を表2および図3に示します。「HGチューブ」に比べて約40%の透

表2 塩酸透過係数および透過量比

単位：[mg・mm/cm²]

試験日数	UG チューブ	HG チューブ	SG チューブ	透過量比
14	0.6	6.6	3.7	16%
28	1.0	17.7	8.9	11%

透過量比は、UGチューブ/SGチューブ透過係数の比率を示します。

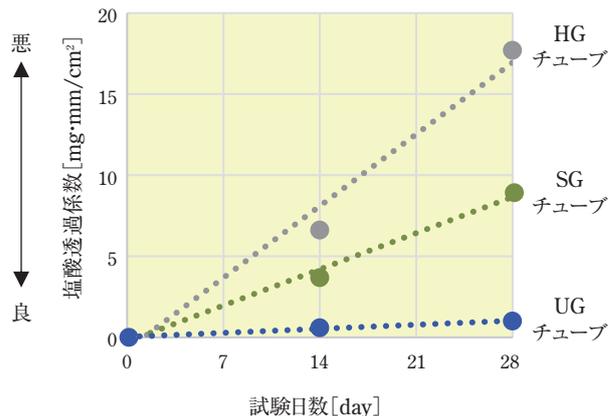


図3 各チューブの塩酸透過係数

過量が低減した「SGチューブ」に対して、さらに約85%低減していることがわかります。従って、半導体製造工場における環境負荷の低減や安全面の向上に対し効果が期待できます。

4.2 チューブ内表面粗さ測定

4.2.1 試験サンプル

チューブ：UGチューブ，HGチューブ，
SGチューブ

サイズ：1/4インチ（4.35×6.35 [mm]）

4.2.2 試験方法

サンプルの内表面を走査型白色干渉顕微鏡で観察し（観察範囲：50μm×50μm），それぞれの観察データの凹凸情報からチューブ長手方向に平均粗さ（Ra）を解析しました（評価長さ：50μm）。

4.2.3 試験結果

走査型白色干渉顕微鏡による観察結果を図4に示します。「UGチューブ」のRaは他のチューブに比べ、1/3以下でありチューブ内表面が最も平滑であることがわかります。

図4の観察画像を比較すると「HGチューブ」および「SGチューブ」では、チューブ内表面にPFA球晶が確認されました。一方、「UGチューブ」では、内表面にPFA球晶が確認されず、球晶同士の境界がないため、内表面が平滑であることがわかります。

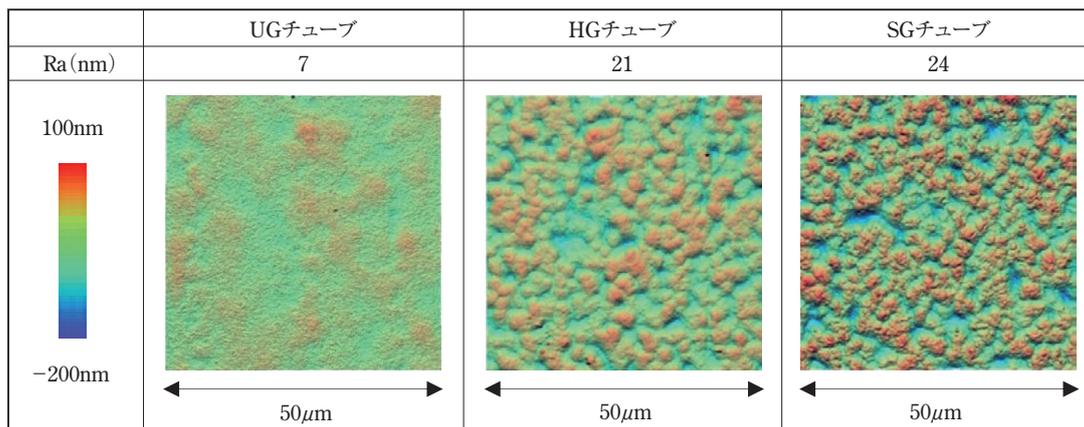


図4 各チューブの内表面平均粗さおよび観察画像

4.3 液切れ試験

液切れ性について、「UGチューブ」と球晶コントロールにより、チューブ内面が平滑である「HGチューブ」を比較しました。

4.3.1 試験サンプル

チューブ：UGチューブ，HGチューブ
サイズ：1/4インチ (4.35×6.35 [mm])

4.3.2 試験方法

図5のようにチューブを設置し、チューブ内に着色させたイソプロピルアルコール (IPA) を充てんさせた後、液抜きを開始してIPAの残留状態を確認しました。

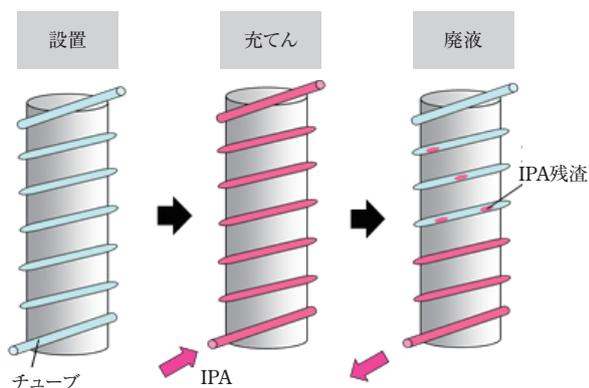


図5 液切れ試験概略

4.3.3 試験結果

液抜き開始から5分後のチューブの様子を図6に示します。チューブ内のIPA残留量を比較する



図6 液抜き開始から5分後のチューブの様子
左：HGチューブ 右：UGチューブ

と、「HGチューブ」より「UGチューブ」の方が少なく、液切れ性に優れていることがわかります。

従って、例えば使用薬液の変更や流路の組み換え時など、チューブ内の高純度薬液の切替の必要が生じた際に、チューブ内表面に残留した薬液の影響を低減させる効果があると期待できます。

4.4 ふっ素イオン溶出量測定

4.4.1 試験サンプル

チューブ：UGチューブ，PFAチューブ，
HGチューブ，SGチューブ
サイズ：UGチューブ
1/4インチ (4.35×6.35 [mm])
PFAチューブ，
HGチューブ，SGチューブ
1インチ (22.22×25.40 [mm])

4.4.2 試験方法

TISAB II (Total Ionic Strength Adjustment Buffer) を含んだ抽出液に約10gのサンプルを投入し、室温で24h放置後、F-イオン測定装置（オリオンリサーチ製EXPANDABLE ION ANALYZER EA-940）によりふっ素イオン溶出量を測定します。

4.4.3 試験結果

表3にふっ素イオン溶出量測定結果を示します。一般的なPFAを使用したPFAチューブは、不安定な末端基を持つことから、ふっ素イオンが薬液中に多く溶出され高純度薬液の汚染につながります。「UGチューブ」のPFA原料は、「HGチューブ」、「SGチューブ」の原料と同様に、末端基が安定化処理されており、ふっ素イオンの溶出が少ないことから、高純度薬液の品質維持に効果があると期待できます。

表3 ふっ素イオン溶出量測定結果

単位：ppm

末端基処理あり			末端基処理なし
UGチューブ	HGチューブ	SGチューブ	PFAチューブ
0.1	0.3	0.3	4.2

5. 用途

半導体・液晶製造工程における腐食性高温流体の薬液配管や半導体製造工程の中でも、高純度薬液の汚染低減が求められるハイエンド用途に最適です。

6. おわりに

本稿では、弊社PFAチューブの最高グレードである「ナフロン® PFA-UGチューブ」についてご紹介させていただきました。今後ともお客様各位の声を製品の開発と改良に反映させていく所存ですので、ご意見、ご要望をお聞かせいただければ幸いです。

本稿で紹介いたしました「UGチューブ」に対するお問い合わせは高機能製品事業本部 樹脂技術開発部までお願いいたします。

*「TOMBO」はニチアス(株)の登録商標または商標です。

*「ナフロン」はニチアス(株)の登録商標です。

*本稿の測定値は参考値であり、保証値ではありません。

「断つ・保つ」で明るい未来へ

さまざまな地球環境負荷の低減が求められています。
 私たちはいろいろなステージで、
 安全で快適な暮らしを作り出す製品・サービスを提供します。
 ニチアスは、そんな明るい未来の実現に貢献していきます。



パリ協定について（後編）

～パリ協定の意義およびニチアスとの関わり～

基幹産業事業本部 工事業業部 工事技術部 瀬川 美能留
小倉 滉太郎

本稿はニチアス技術時報 2020年2号「パリ協定について（前編）～パリ協定の意義およびニチアスとの関わり～」の後編です。前編の構成は次の通りです。なお、図・表番号は前編からの通し番号とし、引用・参考文献番号は1) から起こしました。前編では、2020年に本格始動したパリ協定について、多数の国が参加することとなった経緯や協定の意義、そして気候変動の実体について、関連するデータを交えて紹介しました。後編では、温室効果ガスの特徴や今後のエネルギー動向、またこれに関連する当社の事業や取り組みについて、これまでに発表した文献と紐付けしながら紹介します。

はじめに

1. パリ協定の目標・意義
2. 京都議定書の反省
3. 気候変動の実体および要因について
 - 3.1 気候変動に関する政府間パネル (IPCC)
 - 3.2 地球の気温はどのくらい上がったのか
 - 3.3 地球温暖化が進むとどんな悪影響が起こるのか
 - 3.4 温室効果ガスの濃度上昇

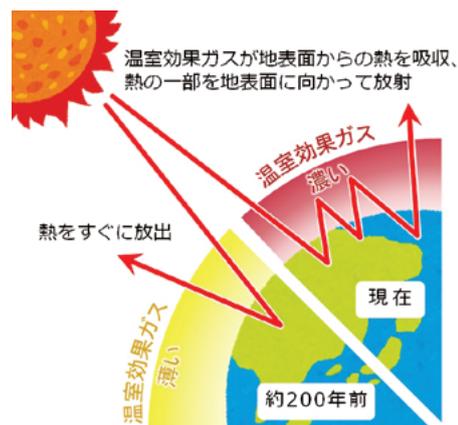


図7 温室効果ガスと地球温暖化のメカニズム

3.5 温室効果ガスとは

温室効果ガスとは、赤外線を吸収する能力をもつ気体のことで、大気中に存在すると温室効果をもたらすのでこの呼び名がある。温室効果ガスは地表面からの熱をいったん吸収し、熱の一部を地表面に向かって放射する。日射に加えて、こうした温室効果ガスからの放射による加熱があるため、地表面はより高い温度となり、温室効果がもたらされる（図7）。

温室効果ガスの主なものとしては、二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素、対流圏のオゾン、フロンなどがある（図8）。大気中の濃度としては二酸化炭素が多くを占めているが、フロンや対流圏のオゾン、メタンなどの微量気体の温室効果は、二酸化炭素

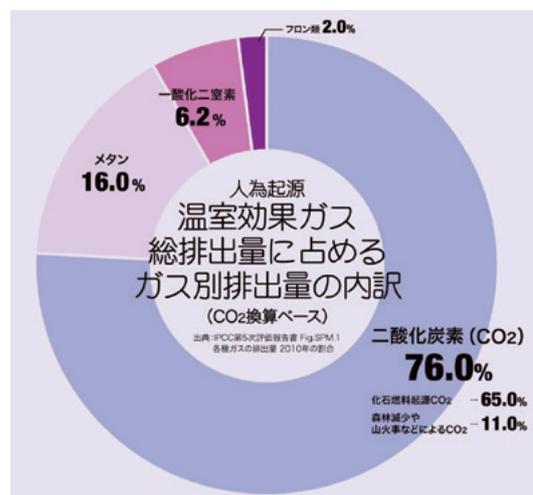


図8 温室効果ガス総排出量に占めるガス別排出量

出典) IPCC第5次評価報告書
全国地球温暖化防止活動推進センターウェブサイト (<https://www.jccca.org/>) より

表2 温室効果ガスの特徴

温室効果ガスの種類および物質例	地球温暖化係数（※）			性質	用途、排出源	
	SAR (1995)	AR4 (2007)	AR5 (2013)			
二酸化炭素（CO ₂ ）	1	1	1	代表的な温室効果ガス。	化石燃料の燃焼など。	
メタン（CH ₄ ）	21	25	28	天然ガスの主成分で、常温で気体。よく燃える。	稲作、家畜の腸内発酵、廃棄物の埋め立てなど。	
一酸化二窒素（N ₂ O）	310	298	265	数ある窒素酸化物の中で最も安定した物質。他の窒素酸化物（例えば二酸化窒素）などのような害はない。	燃料の燃焼、工業プロセスなど。	
CFC(クロロフルオロカーボン)類	CFC-11	3,800	4,750	4,660	オゾン層を破壊するフロン。強力な温室効果ガスでもある。	スプレー、エアコンや冷蔵庫などの冷媒、化学物質の製造プロセスなど。
HCFC(ハイドロクロロフルオロカーボン)類	HCFC-141b	600	725	782		
HFC(ハイドロフルオロカーボン)類	HFC-245fa	－	1,030	858	塩素がなく、オゾン層を破壊しないフロン。強力な温室効果ガス。	当社ではCFC、HCFCは既に全廃。HFCは一部製品で使用 중이다、次世代発泡剤への代替化を進めている。
	HFC-365mfc	－	794	804		
PFC(パーフルオロカーボン)類	PFC-14	6,500	7,390	6,630	炭素とフッ素だけからなるフロン。強力な温室効果ガス。	半導体の製造プロセスなど。
SF ₆ （六フッ化硫黄）		22,900	22,800	23,500	硫黄の六フッ化物。強力な温室効果ガス。	電気の絶縁体など。
NF ₃ （三フッ化窒素）		－	17,200	16,100	窒素とフッ素からなる無機化合物。強力な温室効果ガス。	半導体の製造プロセスなど。

（※）地球温暖化係数100年値（二酸化炭素（CO₂）を1とする）。IPCC 評価報告書毎に見直しがあり、数値は変動する。
出典 全国地球温暖化防止活動推進センターウェブサイト (<https://www.jccca.org/>) およびIPCC第2次、第4次、第5次評価報告書より当社で編集

よりもはるかに強いといわれ（表2）、かつ大気中濃度は、おおむね二酸化炭素よりも高い増加率を示しており、温室効果の拡大が懸念されている。

当社では、硬質ウレタンフォーム保温材の発泡剤として、以前はCFC（クロロフルオロカーボン）やHCFC（ハイドロクロロフルオロカーボン）といったフロン類を使用していたが、現在はほとんどの製品を炭酸ガス発泡品（水発泡品とも呼ばれる）に切り替えた（図9）。一部厳しい断熱性能の要求がある特定顧客向けの製品にのみ代替フロンHFC（ハイドロフルオロカーボン）を使用しているが、これも温室効果の小さい次世代発泡剤HFO（ハイドロフルオロオレフィン）への切り替えを進めている。

当社は、2000年台初頭に業界に先駆けて、発



図9 炭酸ガス発泡品に切り替えた当社の硬質ウレタンフォーム保温材 フォームナート® TNシリーズ

泡剤のノンフロン化を手掛けた。発泡剤の変遷やその特徴については、ニチアス技術時報2014年1号「硬質ウレタンフォームの発泡剤をめぐる環境問題対策の動向について」を参照されたい。

3.6 地球がもつ温度調整機能

地球の地表付近の大気組成は、窒素が78.1%、酸素が20.9%、アルゴンが0.93%、二酸化炭素が0.04%（400ppm）となっている（数値は場所や時期によって変動する）。この組成が絶妙なバランスであり、生命活動に必要な酸素がふんだんにあり、温室効果ガスの二酸化炭素がほどよくブレンドされている。

また大気とそれ以外（海やマントルなどの地中）の地球との間で、炭素の循環がうまく具合になされることで、気候の暴走にブレーキがかかるような機能が働き、寒暖差の小さいマイルドな気候が保たれている。地球惑星科学の研究が進展するにつれて、このような気候を制御する仕組みの存在が徐々に明らかになってきた。

地球がもつ気候制御の仕組み（炭素循環）について順を追って説明する。

①火山活動を通じた地中の二酸化炭素が火山ガス

として放出され、大気中の二酸化炭素濃度が増加していき、温室効果により地球表層の気温が上昇する。

②地球の温度が上がると、海水の蒸発が活発になり雲ができて雨が降る。この雨に大気中の二酸化炭素が溶けて、炭酸となり一部は地表に降り注ぐ。この時、地球表層の主要な構造物である珪酸塩鉱物が風化を起し、海洋に流れ込んで炭酸塩として沈殿することで、大気中から二酸化炭素が取り除かれる。

③一連の反応が進むと、大気中の二酸化炭素濃度が低下することから、温室効果ガスの影響が小さくなり、表層温度は下がる。表層温度が下がると降水の減少と共に風化現象も抑えられることから相対的に火山活動の影響が大きくなり、大気中の二酸化炭素濃度が上昇を始める。

このように地球には、二酸化炭素のやり取りを通じた壮大な気候の安定化メカニズムが存在すると考えられている。

ところがここに来て、この精密機械のような気候制御に変調の兆しが現れている。原因は人間のもたらした環境変化、つまり化石燃料の燃焼による温室効果ガスの大気への放出である。過去260万年間にわたって地球は氷期と間氷期を繰り返してきたが、およそ250年前までの過去80万年間は、大気中の二酸化炭素濃度は氷期には180～200ppmの間に収まり、間氷期には約280ppmとほぼ一定であった。ところが産業革命以降、大気中の二酸化炭素濃度は増え続けて、現在は400ppmに達している。地球の平均温度が産業革命前より1.5～2℃上昇すると、地球の気候は新しいステージに変わり、長期的には産業革命以前より4～5℃高くなり安定すると予測する研究者もいる¹⁾。

4. 化石燃料の行方

4.1 石炭・石油から低炭素時代への転換

産業革命以降、人類は化石燃料を大量に利用し



図10 燃料別に見る世界の二酸化炭素排出量の推移

出典) オークリッジ国立研究所
 全国地球温暖化防止活動推進センターウェブサイト(<https://www.jccca.org/>)より

(図10)、工業が発達し、大量生産、大量消費、大量廃棄を重ねながら経済成長を加速させてきたが、足元の気候変動やそれに伴う環境破壊、将来にわたるリスクが明らかになるに連れ、各国のリーダーは経済発展と環境対応の狭間で政策の舵取りを迫られている。

石炭・石油から天然ガス、バイオマス、再生可能エネルギー（太陽光、風力、水力など）へのエネルギーへの転換を迫られており、特に石炭火力発電については、世界の投資家から厳しい目が向けられるようになった。欧州では将来の石炭廃止を政策として掲げる国も増えており、日本国内でも計画の延期や中止といった案件が増えている。

4.2 天然ガスの位置づけ

1969年11月4日、アラスカLNG計画の第1船「ポーラ・アラスカ号」が液化天然ガス（LNG, Liquefied Natural Gas）を積んで東京湾の根岸工場に到着してから、2019年秋でちょうど50年を迎えた。当社はこの半世紀にわたり、LNG基地設備の保冷工事に携わってきた（図11）。

本項では天然ガスの特徴やパリ協定を見据えた現在のエネルギー源としての位置づけについて紹介する。天然ガスはメタン（CH₄）を主成分とする炭化水素系ガスであり、元々重質の炭化水素や硫黄分などの不純物が少ない気体燃料である。1950年代中ごろから20年近く続いた日本の高度成長期に硫酸化物（SO_x）や窒素酸化物（NO_x）および煤塵（ばいじん）を原因とした大気汚染による公害問題が深刻になり、これら有害物質の排出が少



図11 LNG受入れ基地の配管保冷工事の一例

ない天然ガスへの燃料転換が始まった。天然ガスをLNGにするプロセスにおいては硫化水素（H₂S）などの不純物、二酸化炭素（CO₂）およびペンタン以上（C₅₊）の重質分が除去されるので、さらにクリーンな燃料となっている。また近年は、化石燃料の中では単位発熱量当たりの二酸化炭素の排出量が少ないエネルギー源であることや、石油と比較して、産地が分散していることから供給の安定性が高い燃料としても注目されている²⁾。

天然ガスの輸送はパイプラインとLNGの2種類がある。アメリカや欧州ではパイプラインが使用され、遠隔地（一般に3,000km以上）や島国への輸送はLNGの形で輸送される。

天然ガスの生産量と消費量、貿易量の上位国を表3に記す。天然ガスの生産量は2008年まではロシアが世界一を誇っていたが、2009年からはアメリカがシェールガスの増産を受け世界一となった。またアメリカは2017年には遂に生産量が消費量を上回る純輸出国へと変貌を遂げた。一方、日本の天然ガスの自給率は僅か2%程度に留まり、ほぼ全てを輸入に依存している。その消費量は（2018年にカナダに抜かれ）世界第6位となっている。

世界の天然ガスの取引において、パイプラインによる貿易量はLNGの2倍程度で推移している。日本は輸入の全てをLNGで受け入れており、LNGによる輸入量は世界一となっている。

天然ガスは今や、日本国内では発電の4割を担い、ビルを冷房し、工場の熱需要を支え、再生可能エネルギーのベストパートナーになった。今後もポスト石炭、石油の切り札として、利用が拡大していくと予想される。

一方で天然ガスも他の化石燃料と変わりなく、燃焼により二酸化炭素が発生し、埋蔵量も無限ではないことから、早期に再生可能エネルギーに転換すべきとの声もあるが解決すべき課題は多い。

表3 天然ガスの生産、消費、貿易量（2018年）³⁾

単位：億m³

天然ガスの生産量

1	アメリカ	8,318	21.5%
2	ロシア	6,695	17.3%
3	イラン	2,395	6.2%
4	カナダ	1,847	4.8%
5	カタール	1,755	4.5%
6	中国	1,615	4.2%
7	オーストラリア	1,301	3.4%
8	ノルウェー	1,206	3.1%
9	サウジアラビア	1,121	2.9%
10	アルジェリア	923	2.4%
合計		38,679	



天然ガスの消費量

1	アメリカ	8,171	21.2%
2	ロシア	4,545	11.8%
3	中国	2,830	7.4%
4	イラン	2,256	5.9%
5	カナダ	1,157	3.0%
6	日本	1,157	3.0%
7	サウジアラビア	1,121	2.9%
8	メキシコ	895	2.3%
9	ドイツ	883	2.3%
10	英国	789	2.0%
合計		38,489	

パイプラインによる輸出力

1	ロシア	2,230	27.7%
2	ノルウェー	1,143	14.2%
3	カナダ	772	9.6%
4	アメリカ	676	8.4%
5	アルジェリア	389	4.8%
6	トルクメニスタン	352	4.4%
7	オランダ	325	4.0%
8	カザフスタン	256	3.2%
9	カタール	202	2.5%
10	ウズベキスタン	140	1.7%
合計		8,054	



パイプラインによる輸入量

1	ドイツ	1,008	12.5%
2	アメリカ	773	9.6%
3	イタリア	562	7.0%
4	中国	479	5.9%
5	メキシコ	458	5.7%
6	英国	428	5.3%
7	トルコ	376	4.7%
8	フランス	368	4.6%
9	オランダ	356	4.4%
10	ロシア	252	3.1%
合計		8,054	

LNGによる輸出力

1	カタール	1,048	24.3%
2	豪州	918	21.3%
3	マレーシア	330	7.7%
4	アメリカ	284	6.6%
5	ナイジェリア	278	6.5%
6	ロシア	249	5.8%
7	インドネシア	208	4.8%
8	トリニダード・トバゴ	168	3.9%
9	オマーン	136	3.1%
10	アルジェリア	135	3.1%
合計		4,310	



LNGによる輸入量

1	日本	1,130	26.2%
2	中国	735	17.0%
3	韓国	602	14.0%
4	インド	306	7.1%
5	台湾	228	5.3%
6	スペイン	150	3.5%
7	フランス	131	3.1%
8	トルコ	115	2.7%
9	パキスタン	94	2.2%
10	イタリア	80	1.9%
合計		4,310	

現在、再生可能エネルギーのほとんどは発電利用に限定されており、その大半が気象、気候に発電量が大きく左右される太陽光発電・風力発電である。また世界のエネルギー需要に占める電気のシェアは2～3割程度であり、残りの7～8割の大半は化石燃料を熱源や輸送機（自動車、船、航空機）用の燃料、化学品の原料等として直接的に利用している。これらの用途については、バイオ燃料など一部実用化されているものもあるが、研究・実証試験段階のものが多いのが実情である。今後の動向は再生可能エネルギーの普及や技術革新、コスト低減の進捗にかかっていると見えるが、当面は天然ガスの果たす役割は大きいと考えられる⁴⁾。

なお当社のLNG関連（LNGタンク、LNG船）の保冷工事の主要実績については、ニチアス技術時報2018年1号「ニチアスの保冷技術」に、またLNG船の防熱工事の一例をニチアス技術時報2020年2号「SPB®方式大型LNG運搬船のタンク防熱工事」で紹介しているので併せて参照されたい。

4.3 バイオマス

化石燃料には分類されないが、地球温暖化対策（二酸化炭素削減）として注目されているバイオマスについても触れておく。バイオマスは主に古新聞や食品廃材、生ごみに代表される廃棄物、林地残材（間伐材・被害木など）や資源作物の絞りかすといった未利用物を起源としている。石炭、石油、天然ガスなどの化石燃料は、動植物が化石化した炭化水素で、その成分のほとんどは炭素と水素である。一方、生物の遺骸であるバイオマスは生物燃料とも言われ、炭素、水素の他酸素を含む炭化水素からできている（表4）。

燃料の発熱に関係する元素は炭素と水素だけなので、化石燃料の発熱量は酸素を含むバイオマスよりも高くなる。発熱量当たりの二酸化炭素の排

出量は炭素（C）と水素（H）の割合に左右され、炭素（C）の割合が大きくなるほど二酸化炭素がたくさん発生する。同じ炭化水素でも石炭から（水素分の多い）天然ガスへの転換が温暖化防止策になるのはそのためである。

バイオマスの代表である木材も単位熱量当たりでは、石油と同じくらいの二酸化炭素が発生する。しかしそれはこの数十年から数百年の間に大気中から吸収したものであり、燃焼により再び大気中に戻されたと見ることもできる。そしてこの二酸化炭素が若い樹木に確実に吸収される体制ができていれば、長期的には大気中の二酸化炭素の濃度を高めることにはならない。バイオマス燃料がカーボンニュートラルと呼ばれる所以である（表4）。

しかしながらバイオマスは生物の成長以上の量を獲得することはできない。同様に石炭や石油、天然ガスも元々は生物が何千万年もの歳月をかけて化石化したものであるが、人類が使い過ぎてしまうことから、再生可能な資源ではなくなってしまったとも言える。

なお当社では、木質チップやパームヤシ殻（PKS）、生活ごみ等を燃料としたバイオマス発電所の燃焼室やボイラー、タービン等の保温・耐火工事も手掛けていることを付け加えておく。

5. 不調に終わったCOP25、そして新型コロナウイルスの大流行

2019年12月、スペインで第25回国連気候変動枠組み条約締約国会議（COP25）が開催された。その前月（11月）には世界第2位の温室効果ガスの排出国であるアメリカがパリ協定からの離脱を正式に国連に通告（離脱手続きが完了するのは2020年11月4日）し、冷や水を浴びせられた形での開催となった。

表4 主要な燃料の特性比較⁵⁾

	原子の比			重量比 (%)			発熱量 GJ/t	CO ₂ 排出量 kg/GJ
	C	H	O	C	H	O		
石炭	1	1	<0.1	85	6	9	28	120
石油	1	2	0	85	15	0	42	75
メタン（天然ガス）	1	4	0	75	25	0	55	50
木材	1	1.5	0.7	49	6	45	20	77

本会議では、国連環境計画が11月に公表した報告書で各国が現状の目標を達成しても気温は3.2℃上昇する、と警告したことも受けて、各国が温室効果ガスの削減目標の上積みを話し合ったが、義務づけには至らず、上積み幅は各国の判断に委ねられた。またもうひとつの焦点であったパリ協定の詳細なルール作りは、決定を次回のCOP26に持ち越した。特に排出権取引について、先進国が途上国に協力して温暖化ガスを削減した分を自国の目標達成に充てる仕組みを整える予定だったが、途上国側の反発が強く合意に至らなかった。

なお日本からは環境大臣が出席し、日本が5年連続で温室効果ガスの排出量を削減した実績をアピールしたが、石炭火力発電の廃止など脱炭素に向けた具体策には踏み込まず、現状の温室効果ガスの削減目標の上積みも見送ったことから、世界から批判を浴びてしまったという報道もある⁶⁾。COP26では、改めて省エネ大国としての存在感を示し、必ずや名誉を挽回してくれると信じたい。

そして本稿の執筆中（2020年4月）に新型コロナウイルス感染症の世界的な大流行が発生した。都市の封鎖や工場停止、航空便のキャンセルが相次ぎ、各国の社会や経済は麻痺した。これにより原油の需給バランスは崩れニューヨーク原油先物価格が史上初めてマイナス水準に沈む場面があった。

その一方で、新型コロナウイルスの流行地域ではエネルギー消費や人々の移動が減り、二酸化炭素の排出量が記録的な低水準となっている。大気汚染が深刻なインドでは大気汚染の改善により都市部でもヒマラヤ山脈が見えるなどの改善が起きているという⁷⁾。皮肉にも経済活動が環境破壊の要因であることが明確な形となったわけであるが、一方で人の自由や雇用が失われる温室効果ガスの削減など誰も望んでいない。今こそ人類の英知を結集して、世界レベルで地球の明るい未来を考える契機となって欲しいと願わずにはいられない。

おわりに

パリ協定の意義や目標、今後のエネルギー動向、またこれに関連する当社の事業や取り組みについ

て、2回にわたり紹介した。

地球温暖化を止める特効薬はないものの、まずはひとりひとりが気候変動に関心を持ち、省エネルギー対策などできることから始めていくことが重要と考えられる。また世界の投資は石油、石炭から天然ガス、再生可能エネルギー（脱炭素）へ向かっており、これを意識した企業活動も求められている。

そのような環境のなかで、当社は「断つ・保つ[®]」の技術を通して、省エネルギー、省資源、また快適、安全な環境作りなどに役立つ製品や技術の開発を進め、地球環境の保全に貢献して参る所存である。

また本稿が気候変動について、改めて考えるきっかけとなれば幸いである。

参考文献

- 1) 横山祐典, 地球46億年 気候大変動 炭素循環で読み解く, 地球気候の過去・現在・未来, 講談社, 2018年.
- 2) 日本エネルギー学会, 天然ガスのすべて, コロナ社, 2008年.
- 3) BP Statistical review of World Energy 2019. (www.bp.com/statisticalreview)
- 4) 今井 伸, 橋川武郎, LNG 50年の軌跡とその未来, 日経BPコンサルティング, 2019年.
- 5) 熱電併給システムではじめる木質バイオマスエネルギー発電, 日刊工業新聞社, 2016年.
- 6) 2019年12月28日付け日本経済新聞「COP25で日本の発電に批判 石炭火力 消えた輸出制限 小泉氏案に縦割り行政の壁」.
- 7) 2020年5月10日付け日本経済新聞「温暖化ガス コロナで急減 経済再開時の抑制焦点」.

*「フォームナート」はニチアス(株)の登録商標です。

*「SPB」はジャパン マリンユナイテッド(株)の登録商標です。

*「断つ・保つ」はニチアス(株)の登録商標です。

筆者紹介



瀬川 美能留

基幹産業事業本部 工事業業部
工事技術センター長 兼
工事技術部 技術開発課長



小倉 滉太郎

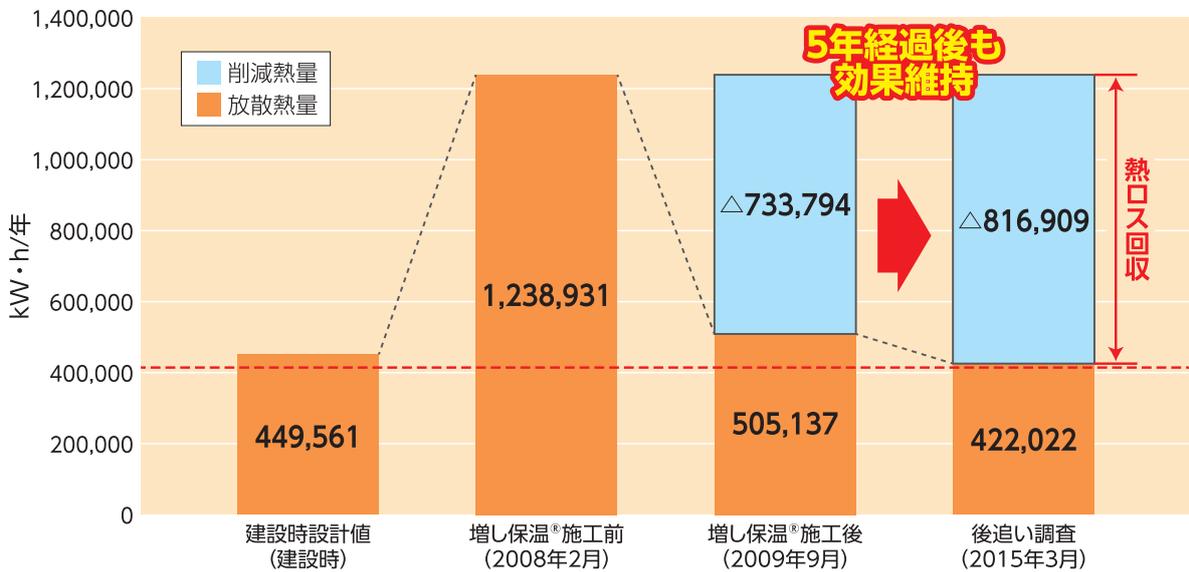
基幹産業事業本部 工事業業部
工事技術部 技術開発課

既設保温材の上に重ね巻きで保温材熱ロス削減 エアロジェル 増し保温[®] 工法



- プラントの経年による保温材の劣化から熱損失を調査、提案、改善、検証するビジネスモデル
- 施工は既設保温材の上から行うため、稼働中でも安全に施工できる工法
- 保温性能維持により継続的な省エネ対策、CO₂削減効果が可能

■ システムフロー



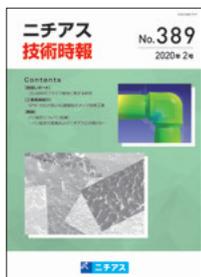
■ 年間稼働時間 8,760時間 ■ 化学工場 蒸気配管 80A~200A (総延長700m、面積1,200m²) ■ 施工時期 2009年6~8月



※「増し保温」は、ニチアス(株)の登録商標です。
※パイロジェルは Aspen aerogels, Inc. の登録商標です。

「ニチアス技術時報」 バックナンバー

No.389 2020/2号



- 〈技術レポート〉 ゴム材料のプラズマ耐性に関する研究
- 〈工事実績紹介〉 SPB® 方式大型 LNG 運搬船のタンク防熱工事
- 〈解説〉 パリ協定について（前編）～パリ協定の意義およびニチアスとの関わり～
- 〈連載〉 ニチアスの「断つ・保つ」技術を支える CAE（第2回）

No.388 2020/1号



- 〈巻頭言〉 新年雑感
- 〈製品紹介〉 TOMBO™ No.5520 「マキベエ®」高密度仕様
- 〈寄稿〉 JIS A 9501（保温保冷工事施工標準）の改正に寄せて
- 〈連載〉 ニチアスの「断つ・保つ」技術を支える CAE（第1回）
- 〈技術レポート〉 積層防音材の音響特性最適化に関する研究

No.387 2019/4号



- 〈新製品紹介〉 超高温用うず巻形ガスケット
TOMBO™ No.1838R-NM 「ボルテックス® ガスケット -NM」
- 〈製品紹介〉 アルミファイバー応用製品
TOMBO™ No.5461 「RF ボード™」
TOMBO™ No.5462 「RF モールド™」
TOMBO™ No.5655 「ファイブブロック®」
TOMBO™ No.5464 「RF キャスト™」
- 〈解説〉 平成30年度省エネ大賞経済産業大臣賞（ビジネスモデル分野）受賞
エアロジェル「増し保温®」工法による保温材熱ロス削減

No.386 2019/3号



- 〈寄稿〉 木造外壁の断熱工法と防火性能（下）
～グラスウール断熱材と発泡プラスチック断熱材について～
- 〈製品紹介〉 着脱自在なフレキシブル保温材
TOMBO™ No.4500 「エネサーモ®」
- 〈新製品紹介〉 軽量遮熱カバー
TOMBO™ No.6600-PA-F 「インサルカバー® プロカール®」ソフトマウント付き仕様
- 〈特別企画〉 JAXA が行った小型回収カプセルの実証実験で当社断熱材が使用されました

バックナンバーは当社のホームページ (<https://www.nichias.co.jp/>) でもご紹介しております。

次号 No.391 2020/4号は2020年10月発行予定です。

*本号に記載のTMおよび®を付したものはニチアス(株)の商標または登録商標です。

ニチアス株式会社

<https://www.nichias.co.jp/>

【東日本地区】

札幌支店	TEL (011) 261-3506
苫小牧営業所	TEL (0144) 38-7550
仙台支店	TEL (022) 374-7141
福島営業所	TEL (0246) 38-6173
日立営業所	TEL (0294) 22-4321
鹿島支店	TEL (0479) 46-1313
宇都宮営業所	TEL (028) 610-2820
前橋営業所	TEL (027) 224-3809
千葉支店	TEL (0436) 21-6341
東京支社	TEL (03) 4413-1191
横浜支店	TEL (045) 508-2531
神奈川支店	TEL (046) 262-5333
新潟営業所	TEL (025) 247-7710
山梨営業所	TEL (055) 260-6780

【西日本地区】

京滋支店	TEL (0749) 26-0618
大阪支社	TEL (06) 6252-1371
堺営業所	TEL (072) 225-5801
神戸営業所	TEL (078) 381-6001
姫路支店	TEL (079) 289-3241
岡山支店	TEL (086) 424-8011
広島支店	TEL (082) 506-2202
宇部営業所	TEL (0836) 21-0111
徳山支店	TEL (0834) 31-4411
四国営業所	TEL (0897) 34-6111
北九州営業所	TEL (093) 621-8820
九州支社	TEL (092) 739-3621
長崎支店	TEL (095) 801-8722
熊本支店	TEL (096) 292-4035
大分営業所	TEL (097) 551-0237

【中部地区】

富山営業所	TEL (076) 424-2688
若狭支店	TEL (0770) 24-2474
静岡支店	TEL (054) 283-7321
浜松支店	TEL (053) 450-2200
名古屋支社	TEL (052) 611-9200
豊田支店	TEL (0565) 28-0519
四日市支店	TEL (059) 347-6230

本 社 〒104-8555 東京都中央区八丁堀1-6-1

・基幹産業事業本部	TEL (03) 4413-1121
工事業業部	TEL (03) 4413-1124
基幹製品事業部	TEL (03) 4413-1123
プラント営業部	TEL (03) 4413-1126
・工業製品事業本部	TEL (03) 4413-1131
海外営業部	TEL (03) 4413-1132
・高機能製品事業本部	TEL (03) 4413-1141
・自動車部品事業本部	TEL (03) 4413-1151
海外営業部	TEL (03) 4413-1155
・建材事業本部	TEL (03) 4413-1161
・研究開発本部	TEL (03) 4413-1181

研 究 所

・鶴見 ・浜松

工 場

・鶴見 ・王寺 ・羽島 ・袋井 ・結城

海外拠点

・インドネシア ・マレーシア ・シンガポール ・ベトナム
・タイ ・中国 ・インド ・ドイツ ・チェコ ・メキシコ

- ・記載の内容は予告なく変更することがありますので、当社製品をご使用の際は、カタログの最新版を入手いただき内容をご確認ください。
- ・本冊子作成にあたっては内容の正確性に最大限の注意を払っておりますが、本冊子内のすべての情報、説明、推奨事項が、何らかの保証を行うものではないことをご承知ください。
- ・本冊子に記載の使用方法等が第三者の知的財産権を侵害しないことを保証するものではありません。
- ・本冊子に記載の情報について、複写、模倣、流用、転載などの著作権法によって保護されている権利を侵害する行為は固くお断りします。