ポリカーボネートについて

黒田 浩 次

ポリカーボネートは、名前の通り炭酸エステル
のポリマーである。一般式で示すと-OCOO-R-の繰
返し単位を持っている。

今日一般に市販されているものは、ビスフェ
ノール A からの芳香族ポリカーボネート樹脂を指
しており、繰返し単位は次の通りである。

ビスフェノール A からのポリカーボネート（以
降 PC と略す）は、1953年バイエル社から、1955年
GE 社からそれぞれ特許出願され、前者は1954年に
後者は1959年公表された。1959年その研究成果が
発表され、その特異な性質から世界の注目を浴びた
熱可塑性樹脂である。

成形材料としての PC は、1959年バイエルから
マクロン、1960年モーベイからマーロン、GE から
レキサンという商品名で、一方、日本では1960年に
帝人化成がパンライト、三菱江戸川化学（現三菱
瓦斯化学）がユーピロン、出光石油化学がタフロン
の商品名で生産を開始して以来30年の歴史を持つ代
表的エンジニアリングプラスチック（以後エンブラ
と略す）の1つである。今日では前三社の他に三菱
化成がノバレックスを生産している。その特性が種
々の用途に適合することが認識され、さらに耐熱性
のある樹脂の成形技術の進歩に伴い各種用途に広
範囲に使用されるとともに量的にも増え、汎用エン
ブラと呼ばれるようになっていく。

1984～1988年の PC の生産量の推移は表 1 の
通りで、年率 10% 以上で伸びている樹脂である。

PC の用途は自動車分野・電気電子分野・精密機
械分野・医療分野・食品分野等のあらゆる分野に
広がっている。しかし日本・欧州と米国ではその分
野別使用比率は少し違っている。データはやや古い

傾向はあまり変化がないので記載すると表 2 の
通りである。日本や欧州では電気・電子分野での
使用比率が大きい、米国ではシート・板・フィルム
分野で多く使用されていることが分かる。

前記したような繰返し単位からみると PC の分
子構造は、いかにも平面性がありそうであるが、
実際はイソプロピリデン基で結ばれたベンゼン環
が平面上に並んでいるのではなく折れ曲がりさら
にややねじれて配置しており、分子は剛直である
がかさばった形となっているため PC は通常非
晶性のポリマーである。PC の特性はポリエステ
ルとしての性質のみでなく、良い面も・悪い面
も含めてこのかさばった構造に起因するものと考
えてよい。

PC の結晶化させたときの X 線図から、結晶
構造は図 1 に示す通りである¹⁾。

一般にプラスチックは金属・無機材料と比較

表 1 PC の生産量と対前年比増加率
(通産省化学工業統計より)

	生産量(T/Y)	対前年比増加率(%)
1984	43,254	116.5
1985	50,035	115.6
1986	63,745	127.4
1987	72,982	114.5
1988	84,877	116.3

表 2 PC の地域別・用途別使用比率 (%)

	日 本	欧 州	米 国
シート・板・フィルム	12	17	31
電気・電子部品	40	35	22
機械部品・工具	20	18	20
自動車	10	10	10
スポーツ用品	5	6	6
他	13	14	11

K. Kuroda, 帝人化成(株)三原工場

図1 PCの単位格子

以下の利点・問題点が挙げられている²⁾。

(利点)

幅広い分子設計が可能で種々の性質を持つ材料が供給できる

熱可塑性で成形しやすく種々の形状の製品が得られる

安い価格であり量産できる

(問題点)

粘弾性体で経時変形しやすく、耐熱性・耐湿性(吸水・透湿)が劣る

エンブラも全く同様であるがこれらの利点・問題点が考慮された上でさらにそれぞれのエンブラが持つ諸特性が加味されて、その特長が生かされるように商品が設計され一般に使用されている。

PCは汎用エンブラの名の通り、いろいろな用途に幅広く使用されているが、PCは他のエンブラと比較して以下に挙げる著しく優れた特性を持っている。

1. 衝撃特性：プラスチック中で最高の衝撃値を持つ

2. 使用温度範囲：低温領域から高温領域（-100～130℃）まで幅広い温度範囲で安定した特性を示す

3. 電気的特性：幅広い使用温度範囲で変化がなく絶縁材料として優れた特性を示す

4. 透明性・耐候性：プラスチック中では数少ない優れた透明性を持ち、長期の屋外使用が可能である

5. 寸法安定性：優れたクリープ特性を持ち、吸湿・温度・時間による寸法の変化はほとんどない

6. 耐燃性：優れた耐燃性を持ち、UL規格を取得している

PCは耐衝撃性が抜群に優れている他に、耐熱性の優れた透明な非晶性のポリマーであり、それが有利になる場合と逆に不利に働く場合がある。

透明ポリマーとしてはポリスチレン・ポリメチルメタクリレート・ポリ塩化ビニール・アクリルスチレンコポリマー等が知られているが、PCほどの耐熱性と透明性を兼備する実用的なポリマーはない。透明と耐熱は他樹脂と比較したときPCの持つ最大の特長である。

利点を裏返した問題点は非晶性で耐熱性（高温領域まで安定した特性を示す）があることで、分子が剛直で熱運動しにくいことに起因していると考えてよい。換言すれば熔融状態でも熱運動がしにくい、すなわち熔融粘度が高く流動性が悪いという問題点となる。また、結晶性ポリマーに比べると溶剤の攻撃を受けやすい、すなわち耐薬品性が良くないということであり、このため製品が薬品と接触するような場合には注意が必要である。PCと接触する

化学薬品（有機溶剤・可塑剤・潤滑油・離型剤・塗料・接着剤・洗剤・グリース・防錆材・ワックス等）についての使用可否・使用上の注意事項は技術資料⁹⁾を参照するか記載のない薬品については問い合わせからの使用を希望する。

PC はポリエステル的一种でありエステル結合の特性を持っている。例えば特に成形時のような高温では加水分解を起こしやすく、これはPCの劣化につながり分解を防ぐためにはポリマーの水分率が0.02%以下になるように乾燥して使用することが重要である。

PC が非晶性でありながら耐熱性であることを示す1つの指標としてPCの荷重たわみ温度（HDTと略記されることが多く、筆者はこの温度は学術的なガラス転移温度に相当する実用的な表現と考えている）が、高いということは高温まで使用可能という点で有利であるが、逆に成形に対しては不利な性質となる。

製品の形状に成形するために溶融したポリマーを金型に導入その中で溶融ポリマーを冷却する。ガラス転移温度以下では分子の熱運動はほとんど凍結されるので、室温までの冷却過程で熱収縮によるひずみが成形品の中で発生し通常のひずみに加わる。一般にひずみは応力緩和（クリープ）によって形状の変化を伴いつつ除去される（当然製品の形状は変わり、ゆがみやねじれが生じ、場合によっては使用に耐えなくなることもある）。しかしPCの場合にはクリープによる変形が起こりにくいので、成形品の内部で変形を起こし成形品のゆがみやねじれでなく、小さいクレーズを発生させながらひずみが緩和される。クレーズの発生は製品が本来持つべき性質を失わせるので好ましくなく、PCを成形する場合一般のプラスチックより成形時のひずみをさらに小さくしなくてはならない。

ひずみの小さい良い製品を得るためには、良い製品設計、良い金型設計そして良い成形条件が大事である。以下にこれらを総合する。

1. 成形品には急激な肉厚の変化を避けること
2. できるだけ大きい抜き勾配を設けること
3. 各コーナー部にはできるだけ大きいRをとること
4. 必要な流動長にあったグレードを選ぶこと（製品の肉厚を流動に適した厚さにする）
5. 過充填にならない成形条件を選ぶこと
6. 金型温度は適正に、射出成形機は金型キャピテ

ィに合ったものを選択する

7. 十分に樹脂を乾燥し、成形に供する

現在商品は軽薄短小の方向で検討されており、製品設計・金型設計が大変難しい状況にある。従って、成形材料の特性を見て設計で前記の条件に合わせるか、前記の内容を踏まえつつ、それに合致する成形材料にするか選択の必要がある。ある意味では、前記した条件は材料メーカーの希望するものと設計する側にあるユーザーの希望する条件とは逆方向になりがちであるから、コスト/パフォーマンスの関係で調整すべきものであろう。

このようにPCの特長を述べてきたが、使用されている理由は、寸法精度、機械的性質（剛性・耐衝撃性・耐疲労性）、耐熱性、透明性、その他（無毒・軽量化）等となる。

寸法精度・剛性を挙げた用途には、主としてガラス繊維強化PC（パンライトGタイプ；PCGと略す）、カーボン繊維強化PC（パンライトBタイプ；PCBと略す）が使用されている。これらの繊維強化PCは、HDTでみた耐熱性は非強化PCとあまり差がなく典型的な非晶性ポリマーの特長を持っているが、曲げ弾性率のような剛性・成形収縮率は大幅に改良されるため、機構部品用の材料として従来のダイカストに代わって使用されている。

ここに用いている寸法精度は成形収縮率が小さいことからくる要素（金型寸法に近い製品寸法が得られる）の他に、強化材の配向に由来する要素が加味された内容として示したものである。一般に成形品の内部には金型への樹脂の流れによって強化材の配向が起こり、成形収縮率の均一性を失わせ温度変化に伴い、成形品のゆがみを起こさせるので好ましくない。そこで強化の効果を持たせ、かつ均一性も付与できるように改良を加える必要があり、このような目的に適したHグレード・Mグレードを上市した。残念ながら少し機械的性質を犠牲にしているので使用に際して注意が必要である。

当社のPCG特殊グレード・パンライトBの特長および用途を一覧表にして表3示す。

PCBはさらに高い強度・弾性率と成形収縮率が小さいという特長の他に導電性が付与されている。

パンライトBの成形収縮率と体積抵抗率を図2、3に示す。カーボン繊維の配向によっては成形収縮率 ≈ 0 となることが分かる。

摩擦摩耗特性を改良した特殊グレードの1つであるパンライトSについて述べると、PCは本質的に

表3 パンライト G 特殊グレードパンライト B の特長および用途

グレード	強度	剛性	難燃性	耐摩耗性	流動性	離型性	寸法精度	塗装性	外観	用途
標準グレード	○	○					○	◎		電動工具、モーター部品、VTR 部品
N グレード		○	◎				○	◎		コネクター部品、通信機部品
E グレード	◎	○		○		◎	○			カメラ部品、事務機器部品
H グレード					◎	○	◎	◎	◎	カメラ部品、事務機器部品、VTR 部品
M グレード					◎	○	◎	◎	◎	精密機器部品（光学・電子電気・事務・音響用等）
R グレード	○	○			◎	◎	○	○	◎	カメラ部品、電子部品
S グレード		○	○	◎		◎	○			コンピューター部品、電子部品
B グレード	◎	◎					◎			より精密機器用部品

◎; 特に優れている ○; 良い

試験片形状：127×127×1.6 t

成形機：東芝IS-90B

成形温度: 320°C

金型温度: 120℃

射出压力: 1.300 kgf/cm^2

射山江刀: 1,500kg 1/Cm — パンライト B

---パンライト G

図2 パンライト B の成形収縮率

測定方法

パンライト B の体積抵抗率

は $10^4 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下と非常に小

さく、導電性に優れている

$$\rho_v = \frac{S \times \Omega}{t}$$

ρ_v : 体積抵抗率 ($\Omega \cdot \text{cm}$)

S : 表面積 (cm²)

t : 厚み (cm)

は摩擦摩耗特性の良くない樹脂であるが、剛性・寸法精度を必要とする摺動部に使用したいとのニーズから改質したグレードがパンライト S で、表 4 に示す通りの特性を持ち、好適な材料として使用されている。

PCは流動性が悪いと前記したが、当社も世界に先駆けて流動性改良タイプを開発している。特に光学用に使用される成形品（例えばコンパクトディスク用基板）は成形時のひずみが複屈折に悪影響を与えるため好ましくなく、そのような用途に使用可能な高流動グレードとしてAD—5000シリーズを上市しており以下に物性・流動特性を図4、5および表5に示す。

PC の用途として、透明・耐熱性・耐燃性を利用

図3 パンライト B の体積抵抗率

炭素纖維含有量 (%)

表 4 パンライト S の摩擦摩耗特性 (ウェア摩耗)

グレード	周速 20cm/sec		周速 60cm/sec		摩耗量(mg)
	PV 値	μ	PV 値	μ	
L-1250	200	0.50	300	0.30	50
LS-1250	2,000	0.14	1,100	0.20	1.7
G-3130	400	0.37	400	0.40	3.7
GS-3130	600	0.30	900	0.35	0.8
B-7130R	500	0.28	600	0.20	1.7
BS-7130R	900	0.18	1,100	0.15	0.2
POM(非強化)	400	0.43	400	0.43	0.3
PA66(GF30%)	800	0.48	1,000	0.32	4.3

(注)
破壊荷重 (kgf/cm²)
PV : 周速 (cm/sec)
 μ : 動摩擦係数
摩 耗 量 : 荷重 5kgf/cm²
周速 20cm/sec
1,440m 走行時
相手金属 : 鋼 S-45C

したガラス代替がある。日本と異なりアメリカではシートとして多量に使用されている。耐熱性のある透明な材料としての使用は PC の特性を十二分に発揮できる領域である。

日本では昭和45年にアーケードや天窓等に屋根の一部として PC 板の使用が認可されていた。時代とともに建物の内容も多様化しさらに広範囲の使用へと PC シートのニーズが拡がり、従来承認されていた範囲では不十分であるとの声が高まった。そこでポリカーボネート工業会で十分な実験を行い、使用

範囲の拡大に関する認定申請を行った結果、平成元年 3 月「屋根に PC 板を用いた建築物に係わる基準」が認定され、PC 板の屋根材としての用途が拡大された。水泳場やテニス練習場等火災発生の恐れが極めて少ない用途、通路・休憩所・停車場・作業場・自転車置場等十分に外気に開放されている用途には、水平投影面積と厚さが規定以下であれば使用できる。しかし延焼の恐れのある部分には原則として PC 板屋根を設けることができない。

PC 板は無機材と違って燃焼しにくい有機材であ

図 4 パンライト AD— 5503 の溶解粘度

図5 パンライト AD— 5503 の流動特性 (スパイラルフロー)

表5 パンライト AD-5503 の機械的特性

特 性	単 位	試験方法	条 件	グ レード	
				AD-5503	L-1225
引張強さ (降状)	kgf/cm ²	ASTM D638		650	620
” (破断)	”	”		530	800
引張伸び (破断)	%	”		110	110
曲げ強さ	kgf/cm ²	ASTM D790		960	920
曲げ弾性率	”	”		24,000	23,000
衝撃値 (アイゾット)	kgf·cm/cm	ASTM D256	ノッチ付き	8	85
			”	6	13
			ノッチ無し	NB	NB
			”	NB	NB
ロックウエル硬さ	—	ASTM D785	Mスケール	77	77

るが、本質的に燃焼することによって、また粘弾性体である点を十分考慮し設計する必要がある。

表6にPC板の使用範囲一覧表を示す⁴⁾。

透明な材料として使用される場合、一般のプラスチック全体にいえるのであるが「傷つきやすいという問題点」がある。この用途には耐擦傷性処理(MR処理)を施したシートを開発している。また必要に応じて種々の表面処理技術がある。当社のハードコートシートの性能を紫外線(UV)硬化型ハードコートシートと比較すると表7の通りとなる。

PCは当初標準グレードだけであったが、1980年頃から次第に各種用途に応じた特殊グレードを提供

表 6 PC 板の使用範囲一覧表

適用場所	分 類			防火・準防火地域	22条指定地域	そ の 他
屋 根	準難燃シート	延焼のおそれのある部分以外の部分	特定用途	厚さ5mm以下は800㎡まで可, 厚さ5mmを越え8mm以下なら500㎡まで可	厚さ8mm以下で2000㎡まで可	
			一般用途	告示第101号の範囲内で可		屋根を不燃材料で葺く必要がある場合(法第25条, 法第27条)は告示第101号の規定に従う
		延焼のおそれのある部分	特定用途	不 可		
			一般用途	アーケード以外の用途においては下地を難燃材以上とする		
	一 般シート	延焼のおそれのある部分以外の部分	特定用途	厚さ5mm以下は800㎡まで可, 厚さ5mmを越え8mm以下なら500㎡まで可	厚さ8mm以下で2000㎡まで可	
			一般用途	不 可	茶屋, あずまや, その他これに類するもの, または, 10㎡以下の物置, 納屋について可	屋根を不燃材料で葺く必要がある建築物(法第25条, 法第27条)には不可
		延焼のおそれのある部分	特定用途	不 可		
			一般用途			

※1 特定用途：①水泳場, テニスの練習場等火災発生のおそれが極めて少ない用途
②十分に外気に開放されている通路, 休憩所, 停車場, 作業場, 自転車置場等の上家

※2 一般用途：※1の用途以外の用途
※3 法：建築基準法
※4 告示：昭和45年建設省告示第101号
※5 不可：使用できないことを示す

※6 可：使用可能なことを示す

表 7 MR コートの比較

			硬化速度	表面硬度	耐候性	曲げ加工性
MR-120	シリコン系	熱硬化型	遅い	○	○	×
MR-68	メラミン系	〃	遅い	○～△	△	○
(ref)	アクリル系	UV 硬化型	速い	△	△	△

し始めた。1 商品 1 グレードに近い状況ともいえる。前記した強化グレードを皮切りに、現在注目を浴びているアロイグレードと数多くの用途に適したように樹脂の設計を行い市場に提供している。

PC は複合化に適したエンブラであり、 利用され利用している。

PC の持つ長所を生かし、 短所をカバーしさらに新しい特性を付与する簡便な手段として、 他樹脂添加によるアロイグレードの開発があり推進している。例えば PC は耐ガソリン性の問題から自動車用途への使用が制限されていたが、 耐溶剤性をアロイ技術によって克服し使用できるレベルに改質でき、 自動車グレードとして上市した。当然このグレードは耐薬品性も向上しているのでそれを必要とする用途へ展開している。

自動車グレードには自動車の各部品用に開発した AM— 1000 シリーズ, AM— 8000 シリーズ, AM— 9000 シリーズを上市している。表 8 にパンライト自動車グレードをまとめて示す。

その代表として AM— 1000 の特性を表 9 に示す。

成形品のメッキによって表面を改質し、 金属観を与えるとともに部品の軽量化を目指す用途にメッキグレードを上市している。 PC は特殊条件でメッキ可能であるが、 メッキ品の物性に PC の特長の 1 つである耐衝撃性に不十分なところがあり商品化が難しかった。 当社のメッキグレードは汎用的になっている ABS 樹脂のメッキラインでメッキ可能で、 耐衝撃性も優れており、 自動車用ドアハンドルやラジカセのブラケット等に使用されている。

表 8 パンライト自動車グレード

グレード	組 成	特 長	用 途 例
AM-1000シリーズ	PC/ポリオレフィン系	耐衝撃・耐薬品	バンパー等
AM-8000シリーズ	PC/ポリエステル系	耐低温衝撃・耐薬品	バンパーラジエーターグリル クラスターサイドガーニッシュ等
AM-9000シリーズ	PC/ポリエステル系	〃	〃

表 9 パンライト AM-1000 の特性一覧表

特 性		単 位	試験方法	条 件	AM-1000	L-1225
物理的 特質	比 重	—	ASTM D792	23℃水中 24h	1.17	1.20
	吸 水 率	%	ASTM D570	厚さ 3mm	0.20	0.20
	光 線 透 過 率	%	ASTM D1003		不透明	89
	屈 折 率	—	ASTM D542		—	1,585
機 械 的 特 性	引 張 強 さ (降状)	kgf/cm ²	ASTM D638		580	620
	〃 (破断)	kgf/cm ²	ASTM D638		800	800
	引 張 伸 び (降状)	%	ASTM D638		6	6
	〃 (破断)	%	ASTM D638		140	140
	曲 げ 強 さ	kgf/cm ²	ASTM D790		810	920
	曲 げ 弾 性 率	kgf/cm ²	ASTM D790		21,000	23,000
	圧 縮 強 さ	kgf/cm ²	ASTM D256		750	780
	衝 撃 値	kgf・cm/cm	ASTM D256	アイゾットノッチ付 厚さ 3.2mm	83	85
	〃	kgf・cm/cm	ASTM D256	アイゾットノッチ付 厚さ 6.4mm	70	13
	ロ ッ ク ウ エ ル 硬 さ	—	ASTM D785	M スケール	60	77
	落 球 衝 撃 強 さ ※1			2.5kgf・m	○	○
				5kgf・m	○	△
				10kgf・m	○	×
				40kgf・m	○	×
	ガソリン中の曲げ強さ ※2	kgf/cm ²			560	450
熱 的 特 性	成 形 収 縮 率	%	ASTM D955	流れ方向	0.5～0.7	0.5～0.7
	〃	%	ASTM D955	直角方向	0.5～0.7	0.5～0.7
	荷 重 た わ み 温 度	℃	ASTM D648	荷重 4.6kgf/cm ²	144	145
	〃	℃	ASTM D648	荷重 18.6kgf/cm ²	131	134
	線 膨 張 係 数	×10 ⁻⁵ cm/cm/℃	ASTM D696	流れ方向	8.0	8.0
	〃	×10 ⁻⁵ cm/cm/℃	ASTM D696	直角方向	8.0	8.0

※1 碗状成形品 (100φ×60H×2t) に鋼球 (25.4R) を落下させ、割れの有無を観察する。

○：割れ発生せず △：時々割れる ×：割れる

※2 レギュラーガソリン (丸善石油) 中で曲げ試験を行う。

表10 マルチロン MK-1000A のメッキ品と他樹脂メッキ品との物性比較

項 目	試 験 法 (ASTM)	メッキ 前・後	マルチロン MK-1000A	A B S メッキグレード	変性 PPO メッキグレード	P C
比 重	ASTM D792	前	1.13	1.04	1.05	1.20
引 張 強 さ (降状) (kgf/cm ²)	ASTM D638	前 後	550 600	470 490	520 490	680 710
引 張 伸 び (%)	ASTM D638	前 後	150 40	15 5	56 29	110 11
曲 げ 強 さ (kgf/cm ²)	ASTM D790	前 後	850 1,000	700 860	690 800	940 1,050
曲 げ 弾 性 率 ($\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \times 10^3$)	ASTM D790	前 後	22 65	24 50	20 61	23 66
衝 撃 値 (kgf·cm/cm)	ASTM D256					
アイゾットノッチ付 厚さ 3.2mm		前	60	26	13	82
		後	50	16	12	6
アイゾットノッチ付 厚さ 6.4mm		前 後	50 45	22 20	8 8	12 3
密着強さ (kgf/cm)	ピーリングテスト	後	1.5~2.0	1.5~3.0	0.5~1.0	0.3~0.8
荷重たわみ温度 (°C)	ASTM D648	前 後	115 140	90 106	115 135	135 142
耐 燃 性	UL 94	前	H B	—	—	V-2
成形収縮率 (%)	ASTM D955	前	0.5~0.7	0.4~0.9	0.5~0.7	0.5~0.7

(注) メッキ膜厚 平均 Cu : 25 μ , Ni : 15 μ , Cr : 0.2 μ

当社での試験結果

一般に、性質を変えようとする異質の材料を導入する必要がある。

強化材添加・他樹脂添加といったものの他に、前述の表面処理・複合材といった複合化によって PC の持っていなかった特性を付与することができ、ユーザーのニーズに適合させているが今後ともその動きは増大する傾向にある。

しかし異質の材料を添加して特性に大きい変化を与えようとする変化の大きさに従って、異種の材料との親和性の差による種々の欠点が発生する。本来複合材料はそれ自体でホモジニアスであることが製品設計に当たって理想であると考えているが、それに適した界面を作ることが商品化への関門とも思われる。親和性の不足は商品化時の致命的欠陥となり成功しないことが多くある。研究段階では良いと判断しても実用化段階に近い評価が重要である。従って、異質の材料間の親和性を高める基礎検討が重要課題であると考えている。

PC は開発当初には考えられなかったような良い特性が見出されてきたことにより量的に拡大し、各社が増設をアナウンスしている。

使用しやすい高性能材料の開発は各社ともいろいろな形で行われているが、相反する性能の希望といった難しいニーズは開発への意欲の源泉であると認識しており、どうかいろいろなニーズを御教示頂きたい。

参考文献

- 1) 松金等; ポリカーボネート樹脂, p. 86, 日刊工業新聞社
- 2) プラスチック, 37, No. 1 (1986)
- 3) バンライトの耐薬品性, 帝人化成(株)
- 4) カーボネート板屋根材建築物に関する技術基準, ポリカーボネート板工業会

黒田 浩次 (くろだひろつぐ)
昭和34年京都大学工学研究科修士課程修了, 同51年帝人化成(株)入社, 研究所, 三原工場を経て, 現在開発本部所属 (帝人化成(株)開発本部, 〒105 東京都港区西新橋1-24-16, 第2岡名ビル, TEL. 03-3506-4750)