

機能性化学

【要約】

- 今回は同じ電子材料でありながら異なる事業特性をもつ半導体材料とディスプレイ材料の比較を行っている。
- 個別製品としては半導体フォトレジストを取り上げ、当製品の中期的な市場展開の観察を通じて、機能性化学各社の戦略・運営上の示唆について述べる。
- 半導体フォトレジストは国内プレーヤーが世界販売シェア 8 割超を有する半導体の代表的なプロセス部材である。半導体のデザインルール微細化の担い手として技術が絶えず世代交代を続け、その R&D 負担は莫大である。新規参入の障壁は高い一方で、そうした市場の変化が中下位プレーヤーにとっては絶えず逆転の機会を提供する点が特徴的である。
- スペシャリティ化学企業の 2013 年度業績は、半導体、ディスプレイ市場の好転を受けて増収増益となり、停滞局面から抜け出す格好となった。2014 年度についても引続き回復軌道にあるエレクトロニクス材料の数量貢献およびマージン向上により総じて増収増益となる見通しである。
- トピックスでは、機能性化学大手である DuPont、Evonik の最近の戦略動向について考察を行っている。

I. 産業の動き

1. 半導体材料とディスプレイ材料

同じ電子材料が
もつ異なる事業
特性

今回は、同じく電子材料と呼ばれながらも、似て非なる性格を持つと考えられる半導体材料とディスプレイ材料について比較し、それぞれの事業特性を明らかにしたい（【図表 8-1】）。

背景には究極的
な目的の違いが
ある

まず両者の大きな違いは、その技術進歩の究極的な目的の違いにある。

半導体の究極の目的はいかに低コストで容量の大きな半導体を作るか、というもので、客観的な数値目標が立てやすい。最終製品ではないため消費者の判断に直接晒されにくい。これで十分、というキャップが嵌められる余地は小さく、ムーアの法則が教える通り性能向上が続く見込みである。¹

他方、ディスプレイの究極の目的は、画像の美しさ（いつでも、どこで見ても、どこから見ても、何を見ても、誰が見ても）にあり、それをいかに安くコンパクトに実現するかというものである。画像の美しさは、一定の数値化は可能であるが、人間の視覚を介し、更には満足度やコストパフォーマンスという主観的な「評価」も介在するため、スペックアップニーズが早晩天井に達しやすい。よって、作り手側の論理による行き過ぎた機能向上は、その製品価格への転嫁の難しさからやがて調整が入ることとなる。汎用品中心の市場環境では、こうした詰まるところ価格低下か機能向上かという目的の違いが、ディスプレイ部材における早期の技術成熟化を招いた一因と考えられる。

¹ Intel 創設者の一人ムーアによって提唱された「半導体の集積度が 2 年あるいは 3 年で 2 倍になる」という経験的な法則

【図表8-1】半導体・ディスプレイ市場向け機能性材料の比較

比較項目	半導体部材	LCD部材
ユーザー世界市場(2013)	半導体: 3,056億ドル	LCD: 1,149億ドル
ユーザー製品の位置づけ	半導体＝部品として多様なアプリケーションに搭載	LCD＝半完成品としてディスプレイ製品へ
ユーザーの生産立地	韓国、台湾、米、日	韓国、台湾、中国
ユーザーのメーカー数	少ない(Intel, Samsung, TSMC, 東芝)	極めて多い(パネルメーカー)
ニーズの高度化	数値で表現(コスト)	主観が介在(画像の美しさ)
材料技術の難易度	高い。微細化、技術進歩の主役	高くない。/薄肉化、他の解決策も
主要部材と市場規模	シリコンウェーハ: 1兆4,000億円 ボンディングワイヤ: 2,900億円	バックライトユニット: 2兆円 ガラス基板: 1兆1,000億円 カラーフィルタ: 1兆6,000億円
部材の種類・製品製造コストに占める部材割合	部材の種類は少なく、比率も低い	部材の種類が多く、比率も高い
部材メーカーシェア	日系および欧米勢が優位性維持	大型部材では韓国・台湾勢のシェア上昇。一部中国も。その他は日系。

(出所) みずほ銀行産業調査部作成

究極的な目的の違いが技術成熟度、R&D 負担の違いとなった

また、半導体部材とディスプレイ部材の技術進歩スピードの差は、部材メーカーにとってはR&Dの負担感の差となる。R&Dを通じて新製品を上市し、利益率の改善を図るというのが電子材料ビジネスの常ではあるが、一見日系勢のシェアが高い半導体部材は、その大きすぎるR&D負担と、市場規模の小ささが相まって、見かけのシェアほどには収益を享受しにくい面がある。また、それゆえに、IMECやSEMATECといった技術コンソーシアムによる助け合いの仕組みが発展してきたとも言える。一方、R&D負担が軽減したLCD部材は、LCDコスト構成比の高い部材で内製化が進んでいることを除いては収益確保に際立った障壁はない。

事業運営上の要諦も異なる

従って、半導体部材事業は、自社の技術的先進性を維持し続けるとともに、次世代技術に完全移行する前にR&D負担を如何に回収するか、という「顧客との戦い」及び自社の技術経営手腕が重要であり、一方LCD部材は、LCD製造コストに占める部材の割合が大きく、ユーザーのコスト意識が高いため、成熟化した市場でいかに新興国内製メーカーの台頭を防ぐか、LCD製造コストの削減により貢献するか、という「競合との戦い」の比重が大きいと思われる。

ボラティリティの現れ方も異なる

また、半導体・LCD いずれも、先端産業・情報産業・装置産業という性格を併せ持ち、供給におけるアクセルとブレーキの適切なバランスの崩れによって市場がシクリカルに変動する点で共通している。しかし、半導体はユーザー数が限られた顔の見える環境でのビジネスであるのに比べ、LCDはパネル・セット製品ともに売り先が極めて多く、かつ中国の存在感が高い。よって需要や在庫の読みという点でも後者は秩序だったアプローチが困難で、シリコンサイクルという、ある意味での「共通認識」のもと変動する半導体と比べて、セット、パネル、部材と各段階で需給変動が増幅され、部材レベルでは極端な需給変動を受けやすいことに留意が必要である。

2. 個別製品の市場構造と特性

今回は個別製品として半導体フォトレジストを取り上げる。フォトレジストはポリマー・感光剤を溶剤に溶かした液状薬剤で、半導体製造において基板に回

フォトレジストは半導体の微細化の根幹を担うプロセス材料

路を転写するフォトリソグラフィ工程で使用される。足もとの世界市場規模は1,000億円強程度、信越化学工業、JSR、東京応化、住友化学、富士フイルムの国内5社が世界シェア8割超を有する（【図表8-2】）。

その使用方法是次の通りである。半導体基板であるシリコンウェーハ上にフォトレジストを吹き付け塗布し、回路パターン形状の一部に仕立てたフォトマスク（いわゆる日避けの役割）で覆って露光することで、露光された部分のみフォトレジスト中の感光材料が高分子化する、或いは結合が切れることで溶媒への溶けやすさが変化する。その後有機溶媒等を用い溶けやすい部分のみを洗い流すことで、フォトマスク型通りに感光性樹脂が残存（ネガ型）、或いは除去され（ポジ型）、ウェーハ上に回路図が転写されることとなる。

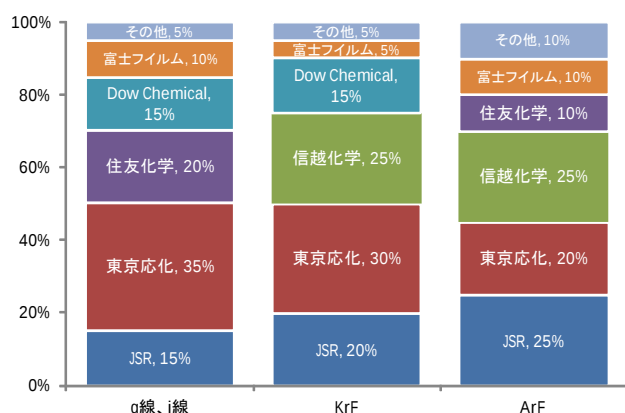
半導体の進化には、低コストで大容量を実現するため①基板ウェーハの生産効率向上（大口径化）、②回路デザインルール微細化²や3D化（単位面積にいくかに多くの回路を描きこむ）、③実装工程の改善、の3つの大きな焦点が存在するが、このうち②はフォトリソグラフィによって支えられている。

次世代EUV露光を睨みながらも、その遅れにも事業性を見出す

ある光源のもとで微細化が進展すると、やがて光がフォトマスクの隙間を透過できない時点に達するため、半導体業界ではより短波長光を使った露光システムを次々に開発することで微細化を実現して来た（【図表8-3】）。現在主流のArF（フッ化アルゴン）エキシマレーザー露光装置（波長193nm）は既に原理的には微細化限界に達し、次なる露光装置は波長13.5nmのEUVが本命である。しかしその開発が当初予想より遅れたため、今後のフォトリソグラフィ関連市場展開のポイントはEUVに備えつつも、EUVが実用化されるまでの間、現行技術をいかに延命し、そこに事業性を見出すか、にある。

フォトリソグラフィの進化を振り返るに、前述のように光源自体を進化させる一方、波長限界を超える光学的工夫を凝らすことで現行光源を延命させる取り組みを並行して行っている（【図表8-4】）。光源（発信側）・媒体・レジスト材料（受信側）のフォトリソグラフィの3要素について、その時点で技術進化が比較的容易なものが、時間を要するものを補う多変数的なアプローチで常に

【図表8-2】半導体レジストの推定世界数量シェア（2013）



（出所）みずほ銀行産業調査部作成

【図表8-3】主要な露光システムの進化

普及時期	光源の種類	波長	解像度理論値 （光周波数により決定）
80年代	g線（高圧水銀灯）	436nm	145nm
90年代前半	i線（高圧水銀灯）	365nm	122nm
90年代後半	KrFエキシマレーザー	248nm	83nm
90年代末～2000年代	ArFエキシマレーザー	193nm	64nm
2000年代	ArF液浸エキシマレーザー	193nm	45nm
2020年代	EUV	13.5nm	16nm

（出所）各種公表資料よりみずほ銀行産業調査部作成

² 2003年頃90nm（1nmは10億分の1m）が標準であったパターン幅は、現在では10-20nm

複数の構成要素が補完し合い、ぎりぎりの技術進歩が実現される

中下位プレーヤーにとってチャンスが豊富なビジネス
トップの地位を維持するには大きな努力が必要

ぎりぎりの進化を実現しており、その道筋は決して一筋縄ではない。光学上の工夫の事例としては、古くは位相シフト(光の重なり防止)やフォトリソの負担を軽減する縮小投影があり、足もとではレンズ・レジスト間の屈折率を引き上げる「液浸」露光³、露光を2回に分けてより微細なパターンを形成する「ダブルパターニング」等があげられる。材料側でも、富士フイルムが伝統的強みを生かし、ArF 液浸の範疇で 20nm 以下の微細化を実現するネガ型画像形成方式 NTD (Negative Tone Development)を開発し特許を取得、今後のシェア向上が期待される。その他細すぎる配線パターンの横倒れを克服する多層材料も役割を増している。更に視点を広げれば EUV 露光により線幅を細くするのか、あるいは線幅は維持し、配線の3次元化で単位面積当たりの回路情報を増やすのか、というも技術展開上の分岐点として存在し、技術提案はまさに百花繚乱、デファクトの予想は非常に困難な状況である。

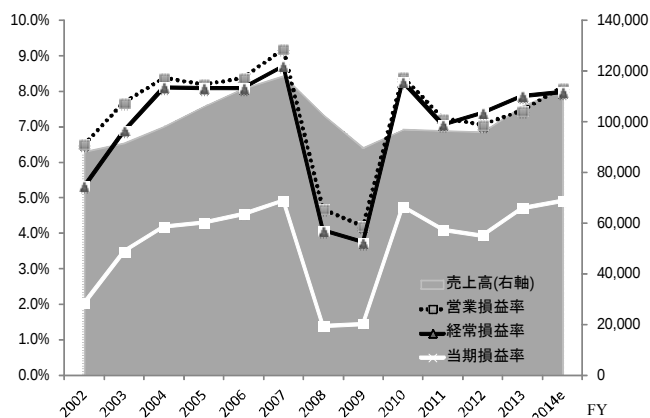
以上のような技術進化の展開を見るに、フォトレジストビジネスに関して2つの示唆が得られる。第一に、技術の世代交代が活発であることが市場展開に重要な意味を持つという点である。技術の歩みが速く R&D 負担が大きい故に、地場メーカーの新規参入リスクが低く、且つ小規模市場であるが故に機能性化学の世界大手が大規模なリソース投入をしにくい。その代わり、技術の世代工程を契機として既存プレーヤー内でのシェアの入れ替わりリスクを強く意識しておく必要がある。富士フイルムは信越化学や JSR などトップメーカーとの直接対決によるシェアアップには苦戦してきたが、前述の通り、技術が次々と世代交代していく過程で、中下位プレーヤーであっても次世代において高い存在感を発揮し得る。第二に、技術が進化し得る方向が多数存在し、トッププレーヤーほど戦略の柔軟性が低下するという点である。シェア上位各社はあらゆる可能性を見越して全方位的研究開発を行う必要からリソースが分散しやすく、且つ既存ユーザーとの関係も重視せざるを得ないが、逆に失うものの少ない中下位プレーヤーが局所突破的な賭けにでるというオプションを有している。フォトレジストビジネスは、トップメーカーがトップメーカーたり続けるために事業運営の巧みさが試される特性を持っていると思われる。

【図表8-4】フォトリソグラフィの技術開発と位置付け

構成要素	目的	技術開発事例
発信側(光源)	より細い光	光源の短波長化(EUV、X線、粒子線) 多重露光(マスクの負担減)
媒体:マスク等	限界を超える	縮小投影(マスクの負担減) 液浸
受信側(材料)	再現性 効率性	感光性の向上、感光単位の微細化 化学増幅(感光効率向上) 多層材料(フォトレジストの補完)
脱・光リソグラフィ	コスト	DSA(分子の自動整合) ナノインプリント(ハンコの原理で転写)

(出所) みずほ銀行産業調査部作成

【図表8-5】スペシャリティ化学 14 社の年度業績推移(億円)



(出所) 各社決算資料よりみずほ銀行産業調査部作成

(注) 14 社は【図表 8-6】参照

³ レンズとレジスト間に空気より高屈折率の水を充填し、解像度を高める技術。光源やフォトリソマスクを変えず微細加工が可能。

Ⅱ. 企業業績

【図表8-6】 スペシャルティ化学 14 社の業績推移

【実額】		12fy	13fy	14fy	【増減率】		(対前年度比)		
	(社数) (単位)	(実績)	(実績)	(予想)		(単位)	12fy (実績)	13fy (実績)	14fy (予想)
売上高	14社 (億円)	95,816	105,897	112,458	売上高	14社 (%)	▲ 0.5%	+ 10.5%	+ 6.2%
営業損益	14社 (億円)	6,751	7,893	9,115	営業損益	14社 (%)	▲ 3.1%	+ 16.9%	+ 15.5%
経常損益	14社 (億円)	7,083	8,333	8,967	経常損益	14社 (%)	+ 4.3%	+ 17.6%	+ 7.6%
当期純損益	14社 (億円)	3,768	4,984	5,527	当期純損益	14社 (%)	▲ 4.3%	+ 32.3%	+ 10.9%

(出所) 各社決算資料等より、みずほ銀行産業調査部作成

(注) 14 社は、帝人、クラレ、東レ、日産化学工業、信越化学工業、カネカ、JSR、ダイセル、住友ベークライト、日本ゼオン、日立化成、DIC、富士フイルム、日東電工(証券コード順)

1. 2013 年度実績

半導体、LCD 市場好転で増収増益

スペシャルティ化学 14 社の 2013 年度業績は、2012 年度比 10.5%の増収、同 16.9%の営業増益となり、2011 年以降の停滞期から一旦は抜け出す形となった。各社において共通する電子材料では、半導体・LCDいずれも市場が好転した。半導体市場は 2012 年夏に反転上昇を開始して以来、上向き基調を維持している。LCD は 2013 年度は前年度の過剰生産による市況軟化のため、金額ベースでは前年度比マイナスから抜け切れなかったものの、数量・面積ベースでは微増で着地した。懸念された LCD パネルの在庫調整も緩やかに進行し、足もとでは高い稼働率へと回帰した。また電子材料以外では、自動車向け材料の好調が業績を牽引しているほか、農薬・ヘルスケア関連は安定的に推移している(【図表 8-5、6】)。

2. 2014 年度予想

川下市場好転と先端品投入効果が業績に寄与する見込み

2014 年度については、2013 年度比 6.2%の増収、15.5%の営業増益を予想する。半導体市場、ディスプレイ市場とも引続き需要が堅調に推移すると見込まれるほか、半導体においては先端製品投入に伴う単価改善およびユーザーの歩留まり低下による販売押し上げ効果、LCD では 2K4K テレビやモバイル新製品対応、その他為替の好転等もあり、利益幅の改善が期待される。

Ⅲ. トピックス リーディングカンパニーの最新動向 ～機能性化学産業～

以下では、機能性化学のリーディングカンパニーとして、機能性化学売上高米国 2 位の DuPont、欧州 3 位の独 Evonik を取り上げて最新の戦略動向を考察し、日本企業へのインプリケーションについて述べる(【図表 8-7】)。

200 年の変化に対応してきた DuPont にとって事業再編は経営そのもの

DuPont は 200 年以上の長い歴史を持ち、当初の火薬・爆発物企業から、合成ゴム「ネオプレン」や合成繊維「ナイロン」の発明を通じて戦後は総合化学メーカーへ、更に最近ではケミカル企業からサイエンス企業への転身を図る。

近年の動向を振り返れば、既に 1990 年代末に石油会社コノコを売却する一方、種子会社パイオニアを買収し、生命化学への傾倒を示していたが、2011

年に工業用酵素と特殊食品成分に強みをもつデンマークの Danisco を約 70 億ドルで買収し、産業用バイオサイエンス分野で地位を確立した。2013 年には自動車用塗料等を手掛ける機能性塗料事業を米投資ファンドカーライルに約 50 億ドルで売却するとともに、酸化チタンやフッ素樹脂等で構成されるケミカル事業をスピノフ、一部売却も検討している。その一方で南アフリカの種子企業を完全子会社化、これらを経て①農業・ニュートリション、②工業用バイオ、③先端材料を中心に据えた事業運営が明確なものとなった。

「利益が出ている
こと」が事業選択
の理由ではない

2013 年の売上高 357 億ドル、EBIT 50 億ドルという巨体を高収益・高成長に維持するため、当社は世界のメガトレンドおよびその自社事業への影響を議論し、それに対する有用な解として上記の通り事業再編を繰り返している。より高い成長、より高い価値を追求し、安定事業であっても手放してその原資とするという考え方は、イノベーションを社是とする姿勢を反映したものであり、国内外の多くの企業が赤字体質からの回復見込が尽きてから撤退や再編を検討するのと比べれば、考え方の違いが明白である。分離される側としても、魅力と健全性を維持している段階であれば、再出発の選択肢も自ずから多い。

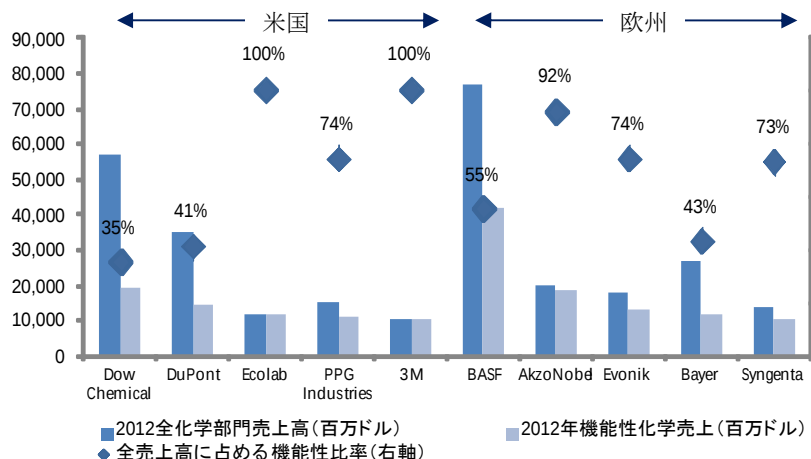
Evonik は上場ス
ペシャルティケミカ
ル企業へ

一方、Evonik は、2007 年、独の鉱業大手 RAG が本体から分離した不動産部門、化学部門 (Degussa)、エネルギー部門 (STEAG) の統合により設立され、化学品事業の売上高は全体の 8 割程度を占める。2013 年売上高は 129 億ユーロ、EBIT は 14 億ユーロとなっている。化学品事業はグローバルメガトレンドに沿った 3 つのセグメント (①コンシューマー・ヘルス・ニュートリション、②資源効率性、③スペシャリティ素材) を編成し、そのもとで 6 の事業ユニットを展開しているが、これは高い成長性と、将来の新規創出市場へのアクセスを重視した事業運営を志向するものである。また、5 大陸 24 カ国に生産拠点を有し、売上高の 45% は欧州以外で計上されている (【図表 8-8】)。

有望事業にも早
い見切り
一方で、新興国
に幅広く生産拠
点を拡大

設立当初は親会社 RAG の全額出資であったが、2008 年に 25.01% をルクセンブルクの投資会社に売却、また 2013 年 4 月にはフランクフルト株式市場に上場するなど、資本面でより独立性を高めた事業運営にシフトしつつある。また事業面でも、2009 年にスペシャルティケミカル事業への特化を決定、順次そ

【図表 8-7】欧米機能性化学上位 5 社の売上高



【図表 8-8】Evonik の事業セグメントと構成比

セグメント	コンシューマー、ヘルス&ニュートリション	資源効率性	スペシャリティ素材
事業ユニット	・コンシューマースペシャルティ ・吸収性樹脂、樹脂添加剤、パーソナルケア関連製品等 ・ヘルス&ニュートリション ・メチオニン、食品添加剤、触媒等	・無機材料 ・シリカ/シラン、カーボンブラック等 ・コーティング&添加剤 ・塗料原料、潤滑油添加剤、接着剤等	・機能性樹脂 ・PEEK, MMA/PMM A 等エンブレ ・機能性中間原料 ・C4 系化学品、可塑剤、アルコキサイド、MTBE、オキソアルコール、イソノナン酸等
Sales, EBIT 構成比	Sales 33% EBIT 54%	Sales 24% EBIT 38%	Sales 35% EBIT 28%

(出所) 当社 IR 資料よりみずほ銀行産業調査部作成

(出所) HIS, Chemical Week よりみずほ銀行産業調査部作成

の他事業を売却中である。2013年時点で不動産事業の9割を売却済みであり、エネルギー事業は過半を2011年に売却し、残る持ち分を2014-2017年に売却する方針を打ち出している。

また、スペシャリティ化学部門でも、事業の選別を行っている。2008年に立ち上げた独DaimlerとのLiB合弁Li-Tecは、当初期待通りにLiB市場が盛り上がり、業績低迷が続いている。第三の出資者を検討したものの不振に終わり、売却により電気自動車事業から完全撤退する方針である。一方、コンシューマー事業ではサウジや中国・アジア、ブラジル等での積極的な新增設を行うほか、機能性樹脂事業では自動車軽量化に備え、FRP製造の新たな合弁を設立した。

本体の意向に左右されない柔軟で的確な事業運営

動きが速く、競争も高まるスペシャリティケミカル業界において、コングロマリットの部門企業から上場スペシャリティ企業への転身を図る当社の選択は意義が大きいと思われる。機能性化学ビジネスは、総合素材・総合化学や上流からの一貫体制のもとで展開されるケースも多いが、事業特性・事業環境に関する経営への説明や本業とのマネジメントサイクルの違いへの対応にエネルギーを要している面がある。R&Dや設備投資資金確保の懸念が無い限り、専門性と機動性を確保した意思決定が成功に繋がりやすいことは信越化学工業の好業績からも読み取れる。加えて、Evonikは、将来立ち上がるといわれる有望事業についても、早い段階での抜本的対策や見切りを行うことで、出血をミニマイズし、次なる有望市場へのリソース投下を可能にしている。一般に、有望な新規事業であっても、市場の立ち上がりが想定よりも緩慢になるリスクは常に付きまとう。機能性化学各社としては、その事業性が発現されるスケジュールについて一定の責任を持ち、必要に応じて事業/業界再編を通じて事業基盤を確保する、あるいは撤退するといった、企業全体の収益性と成長性を担保する経営判断が必要と思われる。

（素材チーム 松本 阿希子）

akiko.matsumoto@mizuho-bk.co.jp

©2014 株式会社みずほ銀行

本資料は情報提供のみを目的として作成されたものであり、取引の勧誘を目的としたものではありません。本資料は、弊行が信頼に足り且つ正確であると判断した情報に基づき作成されておりますが、弊行はその正確性・確実性を保証するものではありません。本資料のご利用に際しては、貴社ご自身の判断にてなされますよう、また必要な場合は、弁護士、会計士、税理士等にご相談のうえお取扱い下さいますようお願い申し上げます。

本資料の一部または全部を、①複写、写真複写、あるいはその他如何なる手段において複製すること、②弊行の書面による許可なくして再配布することを禁じます。