

商品テスト

商品テスト

「スマートフォン用ガラスフィルムの安全性」

令和2年3月

東京都生活文化局

目次

I	背景及び目的	1
1	スマートフォン用ガラスフィルムに関する事故	1
2	スマートフォン用ガラスフィルムとは	1
3	スマートフォンの普及状況	2
4	目的	2
II	テストの概要	3
1	概要	3
2	実施期間	3
3	対象品	3
III	方法	5
1	表示調査	5
2	落下試験	5
3	端部及び破断部の安全性評価	6
IV	結果	7
1	表示調査結果	7
2	落下試験の結果	8
(1)	落下試験での検体の破損状況の概要	8
(2)	破損したときの落下回数	9
(3)	落下試験後の破損面積	10
(4)	飛散したガラス破片	11
(5)	落下試験後の検体表面の状況	11
3	端部及び破断部の安全性評価	12
(1)	端部の安全性評価	12
(2)	破断部の安全性評価	12
V	考察	14
1	ガラスフィルムの破損	14
(1)	強化ガラスの割れ方	14
(2)	化学強化ガラスの製造工程と面及び端部の強度	14
(3)	破損したガラスフィルムの表面とガラス破片の飛散	15
2	端部及び破断部でのけがの危険性	15
VI	消費者へのアドバイス	16
VII	調査結果の活用	16
1	消費者への普及啓発	16
2	情報提供	16
	付録	17

Ⅰ 背景及び目的

1 スマートフォン用ガラスフィルムに関する事故

東京都内の消費生活センターに、「スマートフォンに貼ったガラスフィルムが割れて指に刺さった」という相談が寄せられた。事故情報データベースシステム¹には、スマートフォンに貼り付けるガラスフィルムによると思われる事故及び危険情報は10件²寄せられており、割れたガラスフィルムでけがをした事例のほか、割れていないガラスフィルムでも角や端によるけが等の事例がみられる。

表 I-1 事故情報データベースに寄せられた事故及び危険情報

	種別	発生年	傷病内容	傷病の程度	事故の概要
1	事故	2019	刺傷、切傷	医者にかからず	購入後3週間でスマホの保護フィルムが割れ指を切った。
2	事故	2019	刺傷、切傷	1～2週間	スマートフォンのガラスフィルムが割れて指に刺さってしまった。医者で縫うけがになった。
3	事故	2018	擦過傷・挫傷・打撲傷	医者にかからず	携帯電話のフィルムを購入し、タップしていると、フィルムから白い粉が出てきて、人差し指から血が出た。
4	事故	2018	刺傷、切傷	医者にかからず	店舗で貼ってもらったスマホの保護フィルムの鋭利な角で指が切れ、交換品でも切れた。
5	事故	2018	刺傷、切傷	医者にかからず	携帯保護フィルムの店舗サンプルがひび割れていて、触ったら指に刺さり血が出た。
6	事故	2015	刺傷、切傷	医者にかからず	娘が、スマホの保護フィルムの端で右手の親指の第一関節より下の部分を切ってしまった
7	事故	2014	刺傷、切傷	1週間未満	スマホ購入時に店で勧められ液晶画面に衝撃吸収フィルムを貼った。落とした際ガラスが粉々に割れて拾う時に指に怪我をした
8	危険		-	-	スマートフォンの強化ガラス液晶保護フィルムが気付かぬ内に割れていた。
9	事故		刺傷、切傷	治療1週間未満	2日前ネットでスマホ用薄いガラスフィルムを購入。側面の角度が鋭く指を切りそうだった。
10	危険		-	-	通販サイトでスマホの保護フィルムを買ったが不良品だった。

2 スマートフォン用ガラスフィルムとは

スマートフォンの画面の保護や、覗き見防止、ブルーライトカットなどの目的で画面に貼り付けるフィルムが普及している。フィルムに使用されている基材には、ガラス素材とPET（ポリエチレンフタレート）素材があり、本報告書では、基材がガラス素材のフィルムをガラスフィルム、PET素材のフィルムをプラスチックフィルムと言う。

PET素材は、ポリエステル的一种であり、ペットボトルにも使用されている素材である。一般的に、プラスチックフィルムは、薄くて柔らかいため、フィルムを貼っても段差も生じず、ケースをつけても干渉しないものが多いが、比較的傷が付きやすい。

¹ 事故情報データベースシステムとは、消費者庁が独立行政法人国民生活センターと連携し、関係機関から「事故情報」、「危険情報」を広く収集し、事故防止に役立てるためのデータ収集・提供システム（平成22年4月運用開始）。

² 検索日は令和2年3月10日。検索条件：「フリーワード＝フィルム または フィルム」かつ「商品など分類＝電話機・電話機用品」で11件のうち、リチウム電池内蔵充電器の事例1件を除いた10件。

一方、ガラスフィルムは、プラスチックフィルムに比べ厚みがあるが、傷に強い。

一般的に、ガラスフィルムは強化ガラスのほか、飛散防止フィルム、吸着層などで構成(図 I-1)されており、ケースとの干渉を避けるため画面よりも少し小さめに設計されているものが多い。また、インターネットで商品の説明をみると、様々な仕様が

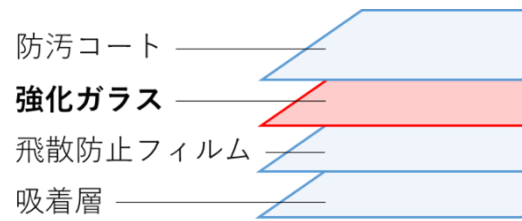


図 I-1 ガラスフィルムの構成

表 I-2 ガラスフィルムの主な仕様

用語	説明
防汚コート	画面に指紋や化粧品などの汚れが付着しにくいような加工
強化ガラス	化学強化したガラス
飛散防止フィルム	ガラスが破損した際に、破片が飛び散らないようにするためのフィルム
吸着層	スマートフォンに貼り付ける側の面
表面硬度	硬さ、傷の付きにくさを示す。JIS の「引っかき硬度(鉛筆法)」の結果で示される硬度で、例えば、「9H」は、鉛筆硬度 9H の引っ掻きにも耐える硬度を示す。
ラウンドエッジ加工	周縁部に丸みをつけ、指が引っかかりにくくするための加工
全面保護	スマートフォンの湾曲する端まで貼れるタイプ

3 スマートフォンの普及状況

スマートフォンの世帯保有状況は、調査が開始された平成 22 年以降増加傾向にあり、平成 30 年には約 8 割まで増加している³。

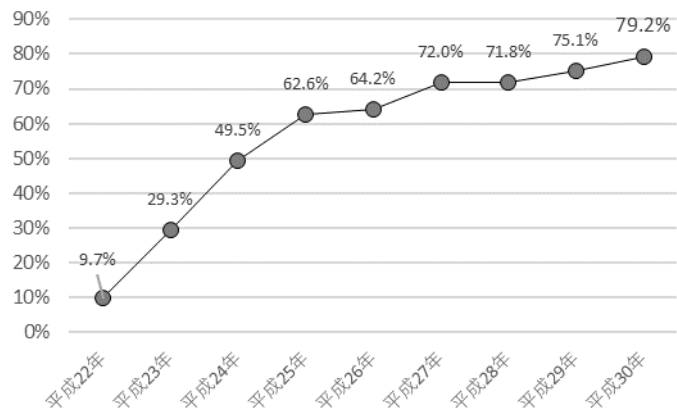


図 I-2 スマートフォン等の保有状況の推移(出典:平成 30 年通信利用動向調査(総務省))

4 目的

事故の未然防止のため、消費者等にガラスフィルムの安全な使用について情報提供を行うことを目的とし、商品テストを実施した。

³ 出典「平成 30 年通信利用動向調査(総務省、令和元年 5 月 31 日)」

II テストの概要

1 概要

表示調査、落下試験、端部や破断部の安全性評価を実施した。

2 実施期間

令和元年 11 月から令和 2 年 2 月まで

3 対象品

スマートフォン用ガラスフィルムを検体とし、プラスチックフィルムを参考検体とした。

インターネットショッピングモール及び量販店のインターネット通信販売サイト（以下、「販売サイト」という。）、店舗で販売しているガラスフィルムの中から、1 枚当たりの価格、仕様（厚さ、表面硬度、飛散防止加工、ラウンドエッジ加工等）、事業者が偏らないように 20 種類を選定した。サイズ（貼り付ける対象スマートフォン）は、落下試験で使用するスマートフォン模型（本物のスマートフォンと同サイズで、ガラスフィルムを貼り付ける面がガラス製であり、本物のスマートフォンとの重量が同程度のもの）に合ったサイズとした。同様にプラスチックフィルムを 3 種類選定した。

ガラスフィルムは、日本製ガラスを採用し、中国で加工生産（Made in China）されているものが多かった。厚さは 0.33mm が多く、薄いものでは 0.15mm、厚いものでは 0.51mm のものがあつた。

表 II-1 検体に用いたスマートフォン用ガラスフィルム

検体 No.	購入場所	価格帯 (円)	ガラス素材 加工生産地	厚さ (mm)	表面 硬度	飛散 防止	ラウン ドエッ ジ	全面 保護	その他
G-01	店舗	0~500	日本製ガラス採用 中国加工生産	0.33	—	○	○	—	—
G-02	店舗	0~500	— 中国加工生産	0.33	9H	○	○	—	ブルーライトカット
G-03	販売サイト	0~500	日本製ガラス採用 —	0.33	9H	○	○	—	—
G-04	販売サイト	0~500	— 中国加工生産	—	9H	○	○	○	衝撃吸収
G-05	販売サイト	501~1000	日本製ガラス採用 中国加工生産	0.26	9H	○	○	—	—
G-06	販売サイト	501~1000	日本製ガラス採用 中国加工生産	0.33	9H	○	○	○	衝撃吸収
G-07	販売サイト	501~1000	日本製ガラス採用 —	—	9H	○	○	—	—
G-08	販売サイト	501~1000	— 中国加工生産	0.26	9H	○	○	—	衝撃吸収
G-09	販売サイト	501~1000	日本製ガラス採用 —日本加工生産	0.51	10H	○	○	—	—
G-10	販売サイト	1001~2000	— 中国加工生産	0.33	9H	○	○	○	ソフトフレーム

検体 No.	購入場所	価格帯 (円)	ガラス素材 加工生産地	厚さ (mm)	表面 硬度	飛散 防止	ラウン ドエッ ジ	全面 保護	その他
G-11	販売サイト	1001~2000	日本製ガラス採用 —中国加工生産	—	9H	○	○	○	—
G-12	販売サイト	1001~2000	日本製ガラス採用 中国加工生産	0.33	10H 以上	○	○	—	—
G-13	販売サイト	1001~2000	— 中国加工生産	0.33	10H	—	○	—	—
G-14	販売サイト	1001~2000	日本製特殊ガラス採用 中国加工生産	0.25	9H	○	○	○	ブルーライトカッ ト、ソフトフレーム
G-15	販売サイト	2001~	米国製特殊ガラス採用 中国加工生産	0.33	9H	○	—	—	—
G-16	販売サイト	2001~	日本製ガラス採用 中国加工生産	0.33	9H	○	—	—	—
G-17	販売サイト	2001~	日本製特殊ガラス採用 中国加工生産	—	9H	○	—	—	—
G-18	販売サイト	2001~	日本製ガラス採用 中国加工生産	0.26	9H	—	—	○	覗き見防止
G-19	販売サイト	2001~	日本製ガラス採用 —	—	10H	○	—	—	反射防止、ブルーラ イトカット
G-20	販売サイト	2001~	米国製特殊ガラス採用 中国加工生産	0.15	680HV	○	○	—	抗菌耐衝撃

※販売サイト及び包装等の表示による。ただし、G-14 は表示になかったが、外観により「ソフトフレーム」とした。

表 II-2 参考検体に用いたスマートフォン用プラスチックフィルム

検体 No.	購入場所	価格帯 (円)	仕様
P-1	販売サイト	501~1000	反射防止
P-2	販売サイト	1001~2000	光沢
P-3	販売サイト	1001~2000	反射防止、ブルーライトカット、衝撃吸収

※販売サイト及び包装等の表示による。

Ⅲ 方法

1 表示調査

検体（参考検体含む。以下「Ⅲ 方法」において同様。）に関する販売サイトでの表示、検体の包装、付属するラベル等（以下、「包装等」という。）に記載された表示内容を調査した。

表示された文字のうち、下表に該当する内容については、表示の有無、表示内容を調査した。

表 III-1 表示調査事項

	表示内容
1	製造者、販売者等の名称
2	製造者、販売者等の所在地
3	製造者、販売者等の連絡先（電話番号、ファクシミリ、メールアドレス）
4	厚さ
5	表面硬度
6	飛散防止加工
7	ラウンドエッジ加工
8	全面保護
9	割れたままの状態で使用しないこと
10	端部でのけがについての注意
11	破片や破断部でのけがについての注意

2 落下試験

落下試験は、JIS C60068-2-31「環境試験方法-電気・電子-第 2-31 部：落下試験及び転倒試験方法」における「自然落下試験-方法 1」（以下「JIS」という。）を参考にした。

スマートフォン模型に検体を貼付けた状態で、以下の手順で落下試験を実施した。

検体を高さ 1.5m から床面に自然落下させ、落下後の検体の破損及び飛散状況を観察した⁴。落下させる検体の姿勢はできるだけ地面に対し水平（検体が下面）な状態にした⁵。これを 10 回繰り返した⁶。床面は、コンクリート製及び鋼製の 2 種類で行った。

落下の都度検体を観察し、落下試験後には、スマートフォン模型から静かに剥がした⁷後の検体を観察した。検体の拡大画像の観察には、マイクロスコープ（最大倍率 300 倍、500 万画素）を使用した。

⁴ JIS では、1kg 未満の供試品は 750mm、1,000mm、1,500mm の高さのうち、1,000mm を推奨しているが、本試験ではより厳しい条件として 1,500mm の高さで実施した。なお、本試験で使用したスマートフォン模型の重量は 188±1g。

⁵ JIS では、「製品規格に規定する運搬又は使用中の正常な姿勢で、供試品を落下させる。」としている。本試験では、検体の破損状況を把握するため、検体が落下時に床面に接触する姿勢とした。

⁶ JIS では、「製品規格に落下の回数の規定がない場合は、供試品を規定の姿勢で 2 回落下させるとしている。」が、本試験ではより厳しい条件として 10 回落下させ、その状況を観察した。

⁷ 検体 G-07 の取扱説明書に記載された方法で剥がした。具体的には、購入時にガラスフィルムの吸着層に貼り付けられていた保護シートを、スマートフォン模型と検体の間に滑り込ませ、検体が強く曲がらないようにゆっくりと持ち上げるように剥がした。

3 端部及び破断部の安全性評価

検体の端部、検体を折り曲げた破断部（2箇所）について、シャープエッジテスター（アメリカのUL、CSA規格の仕様に合致したもの。外観を図 III-1、仕様を表 III-2 に示す。）により、鋭さに対する安全性を評価した。



図 III-1 シャープエッジテスター
ヘッド部に施した2層の検知テープを、評価する部分に当てて動かし、検知テープが貫通するか確認する。

表 III-2 シャープエッジテスターの仕様

品番・型番	DX-681
ブランド名	MXBAOHENG
機械モデル	SET-50
テストヘッド（プローブモデル）	TC-3
参照規格	安全規格 1439 機器の縁の鋭さに対する試験
サイズ（重量）	184×35×52mm（132g）

シャープエッジテスターの試験及び評価は、アメリカの製品安全性に関する認証企業”Underwriters Laboratories Inc.”が設定した「UL1439 機器の縁の鋭さに対する試験」に従い、以下の手順で行った。

- ① 試験は、6.7N の負荷がかかるよう調整されたシャープエッジテスターを用いて行うため、取扱説明書に従い、シャープエッジテスターの校正を行った。
- ② シャープエッジテスターのテープで覆ったヘッドの中央部を、試験を行う部分に当て、アームが水平になるまで押し込んだ。
- ③ その後、直ちに、シャープエッジテスターを 2 インチ（50.8mm）移動させ、続いてヘッドを試験箇所から離さない状態を維持したまま、元の位置に戻るまで逆方向に移動させて、ヘッドを試験箇所から離れた。試験箇所にテープで覆ったヘッドを接触させたままの移動距離の合計値は、4 インチ（101mm）を超えることがないようにした。なお、評価する部分が、2 インチ（50.8mm）より狭い場合は、その往復を繰り返し行い、移動距離の合計値が 4 インチ（101mm）を超えないように試験することとした。ヘッドの移動に要する時間は、2 秒以上 5 秒以下とした。
- ④ テープで覆ったヘッドの 2 層に施した検知テープを貫通した切り傷が生じているか否かを調べた。
- ⑤ 深層の黒い膜が見えるまで切れた場合は判定を×（切れた）、表層の白いテープのみ切れた（上層は切れたが下層は切れなかった）場合は△、全く切れなかった場合を○とした。

なお、「UL1439 機器の縁の鋭さに対する試験」では、表層の白いテープのみ切れた場合（上記△）は、「切断せず」と判断するが、本試験では、切断の 1 種として取り扱うこととした。

検体を折り曲げた破断部（2箇所）については、検体を図 III-2 に示す 2 箇所を裏面（吸着層面）が内側に来るように山折りにして、作製した。検体上部を最初に折り曲げ、破断部 1 とし、続いて、検体下部を折り曲げ、破断部 2 とした。

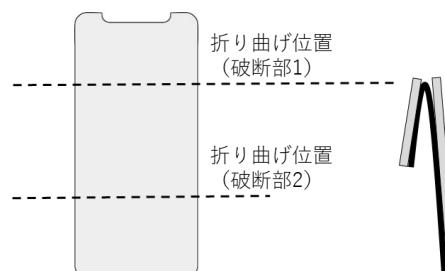


図 III-2 検体を折り曲げた破断部

左：検体を折り曲げた箇所、右：検体の破断部 1 を折り曲げた状態を横から見た図

IV 結果

1 表示調査結果

表示調査の結果を表 IV-1 に、記載内容の詳細を付録 1 に示す。

販売サイトと包装等の表示を比較すると、表示の情報量に違いが見られた。「厚さ」「表面硬度」など製品仕様に関する表示については、包装等には販売サイトより情報量が少なく、一方、注意事項については、包装等の方が販売サイトよりも情報量が多い傾向がみられた。

けがに関する注意事項の記載がある検体は全体的に少なく、14 検体には包装等にも販売サイトにも記載がなかった。「割れたままの状態で使用しないこと」について記載があった検体は、20 検体中 5 検体であった。「端部でのけがについての注意」は、いずれの検体にも表示はなく、「破片や破断部でのけがについての注意」は、3 検体にあった。

表 IV-1 表示調査結果

検体 No.	製造者、販売業者等			厚さ (mm)	表面 硬度	飛散 防止	ラウンド エッジ	全面 保護	割れたま まの状態 で使用し ないこと	端部での けがに注 意	破断部で のけがに 注意
	事業者名	所在地	連絡先								
G-01											
包装等	○	○	—	0.33	—	○	○	—	—	—	—
G-02											
包装等	○	○	○	0.33	9H	○	○	—	○	—	○
G-03											
販売サイト	○	○※1	○※1	0.33	9H	○	○	—	—	—	—
包装等	○	—	○※1	—	—	—	—	—	—	—	—
G-04											
販売サイト	○	○※1	○※1	—	9H	○	○	○	—	—	—
包装等	—	—	—	—	9H	○	—	—	—	—	—
G-05											
販売サイト	○	○※1	○※1	0.26	9H	○	○	—	—	—	—
包装等	—	—	—	—	9H	○	—	—	—	—	—
G-06											
販売サイト	○	—	○※1	0.33	9H	○	○	○	—	—	—
包装等	—	—	—	—	9H	○	—	—	—	—	—
G-07											
販売サイト	○	—	○※1	—	9H	○	○	—	—	—	—
包装等	○	○※1	○※1	—	9H	—	○	—	—	—	—
G-08											
販売サイト	○	○	○	0.26	9H	○	○	—	—	—	—
包装等	○	○	○	—	9H	○	○	—	—	—	—
G-09											
販売サイト	○	○	○	0.51	10H	—	○	—	—	—	—
包装等	○	—	—	—	10H	○	—	—	—	—	—
G-10											
販売サイト	○	○	○	0.33	9H	○	○	○	—	—	—
包装等	—	—	—	—	9H	○	—	—	—	—	—
G-11											
販売サイト	○	—	○	—	9H	○	○	○	○	—	—
包装等	○	—	○	—	—	○	—	—	—	—	—
G-12											
販売サイト	○	○	○	0.33	10H 以上	—	—	—	—	—	—
包装等	○	○	○	0.33	10H 以上	○	○	—	—	—	—
G-13											
販売サイト	○	○	○	0.33	10H	—	○	—	—	—	—
包装等	○	○	○	0.33	10H	—	—	—	—	—	—
G-14											
販売サイト	○	○※1	○※1	0.25	9H	○	○	○	—	—	—
包装等	○	—	—	—	9H	○	—	—	—	—	—

検体 No.	製造者、販売業者等			厚さ (mm)	表面 硬度	飛散 防止	ラウンド エッジ	全面 保護	割れたま まの状態 で使用し ないこと	端部での けかに注 意	破断部で のけがに 注意
	事業者名	所在地	連絡先								
G-15											
販売サイト	○	○	○	0.33	9H	○	—	—	—	—	—
包装等	○	○	○	0.33	9H	○	—	—	○	—	—
G-16											
販売サイト	○	○	○	0.33	9H	○	—	—	—	—	—
包装等	○	○	○	0.33	9H	○	—	—	○	—	○
G-17											
販売サイト	○	○	○	—	9H	○	—	—	—	—	—
包装等	○	—	○	0.21	9H	○	—	—	○	—	—
G-18											
販売サイト	○	○	○	0.26	9H	—	—	○	—	—	—
包装等	○	○	○	—	9H	—	—	○	—	—	—
G-19											
販売サイト	○	○	○	—	10H	—	—	—	—	—	—
包装等	○	○	○	—	10H	○	—	—	—	—	—
G-20											
販売サイト	○	○	○	0.15	—	○	○	—	—	—	—
包装等	○	○	○	0.15	680HV※2	○	○	—	—	—	○
P-01											
販売サイト	○	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—
包装等	○	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—
P-02											
販売サイト	○	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—
包装等	○	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—
P-03											
販売サイト	○	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—
包装等	○	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—

○：記載あり、—：記載なし

※1 海外の住所又は電話番号

※2 ビッカース硬度（剛体（圧子）を被試験物に対して押込み、そのときにできるくぼみ大きさを表す尺度）

2 落下試験の結果

(1) 落下試験での検体の破損状況の概要

落下試験の結果を表 IV-2 に、各検体の画像を付録 2 に示す。

すべてのガラスフィルム検体で落下回数 1～7 回で破損が確認された。一方、プラスチックフィルムはいずれも破損しなかった。

ガラスフィルム検体の破損は、検体の角や端部から発生する場合が多かった。また、一度ひび割れが発生すると、それ以降の落下でひび割れが増加する傾向がみられた。

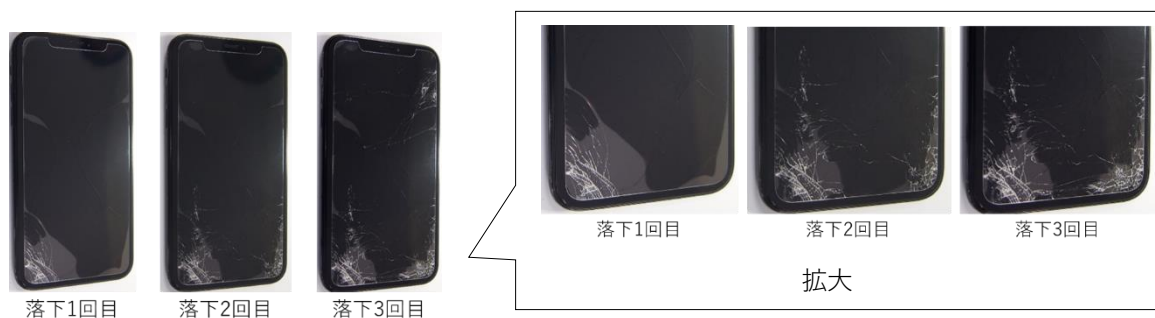


図 IV-1 落下試験での検体の破損状況（G-01、コンクリート床）

1 回目の落下で左下の角にひび割れが発生し、2 回目の落下で左下のひび割れの範囲が広がり、また、右下の角にもひび割れが発生した。3 回目の落下では、左下及び右下の角のひび割れが広がる様子がみられた。

表 IV-2 落下試験による検体の破損状況

検体 No.	破損したときの落下回数 (回目)			落下試験後の検体の 破損面積の割合			飛散した破片の大きさ (mm ²)		
	コンクリート	鋼製	平均	コンクリート	鋼製	平均	コンクリート	鋼製	平均
G-01	1	3	2.0	9.9%	12.5%	11.20%	0.50	0.34	0.42
G-02	4	1	2.5	9.1%	16.9%	13.00%	0.41	0.19	0.30
G-03	2	1	1.5	11.7%	11.9%	11.80%	0.09	0.07	0.08
G-04	1	1	1.0	15.6%	17.7%	16.65%	0.36	0.81	0.59
G-05	1	1	1.0	18.5%	14.9%	16.70%	0.07	0.11	0.09
G-06	6	1	3.5	13.3%	21.5%	17.40%	0.41	0.17	0.29
G-07	1	1	1.0	12.7%	15.4%	14.05%	0.59	0.19	0.39
G-08	1	2	1.5	16.3%	12.5%	14.40%	0.16	0.13	0.15
G-09	3	1	2.0	14.4%	15.2%	14.80%	0.57	0.23	0.40
G-10	2	2	2.0	18.3%	14.2%	16.25%	0.14	0.16	0.15
G-11	2	2	2.0	16.4%	16.3%	16.35%	0.15	0.09	0.12
G-12	2	3	2.5	11.2%	11.4%	11.30%	0.20	0.10	0.15
G-13	1	5	3.0	15.2%	11.8%	13.50%	0.30	0.15	0.23
G-14	6	5	5.5	9.3%	9.6%	9.45%	0.08	0.04	0.06
G-15	3	7	5.0	10.4%	11.1%	10.75%	0.06	0.09	0.08
G-16	1	2	1.5	18.6%	10.5%	14.55%	0.16	0.16	0.16
G-17	3	1	2.0	8.3%	7.8%	8.05%	0.24	0.15	0.20
G-18	2	1	1.5	16.8%	14.8%	15.80%	1.12	2.89	2.01
G-19	2	1	1.5	13.0%	9.8%	11.40%	1.38	0.83	1.11
G-20	1	6	3.5	8.8%	4.1%	6.45%	0.27	0.07	0.17
平均	2.25	2.35	2.3	13.39%	13.00%	13.19%	0.36	0.35	0.36

検体 No.	破損したときの落下回数 (回目)			落下試験後の検体の 破損面積の割合			飛散した破片の大きさ (mm ²)		
	コンクリート	鋼製	平均	コンクリート	鋼製	平均	コンクリート	鋼製	平均
P-01	破損なし	破損なし	—	0%	0%	0%	なし	なし	—
P-02	破損なし	破損なし	—	0%	0%	0%	なし	なし	—
P-03	破損なし	破損なし	—	0%	0%	0%	なし	なし	—
平均	—	—	—	0%	0%	0%	—	—	—

(2) 破損したときの落下回数

コンクリート床での破損した落下回数の平均は 2.25 回、鋼板床での平均は 2.35 回、全体で平均 2.3 回であった。落下回数 2 回でコンクリート床及び鋼板床ともに破損しなかった検体は、5 検体 (G-10、G-11、G-12、G-14、G-15) であった。

破損したときの落下回数の上位と下位の検体を表 IV-3 にまとめた。上位検体のうち 3 検体 (G-14、G-15、G-20) は、ガラス素材として「特殊ガラス」を採用している検体であったが、「特殊ガラス」を採用している残りの検体 G-17 は 2.0 回で、平均の 2.3 回より少なかった。厚さ、表面硬度などによる顕著な傾向は特にみられなかった。

表 IV-3 破損したときの落下回数上位及び下位のガラスフィルム検体

	破損したときの 落下回数 (平均) (回目)	検体 No.	厚さ (mm)	表面 硬度	飛散 防止	ラウンド エッジ	全面 保護	その他
上位 1 位	5.5	G-14	0.25	9H	○	○	○	特殊ガラス、ブルーライト カット、ソフトフレーム
上位 2 位	5.0	G-15	0.33	9H	○	—	—	特殊ガラス
上位 3 位	3.5	G-06	0.33	9H	○	○	○	衝撃吸収
上位 3 位	3.5	G-20	0.15	680HV	○	○	—	特殊ガラス、抗菌耐衝撃
平均	2.3							
下位 1 位	1.0	G-04	—	9H	○	○	○	衝撃吸収
下位 1 位	1.0	G-05	0.26	9H	○	○	—	
下位 1 位	1.0	G-07	—	9H	○	○	—	

(3) 落下試験後の破損面積

落下試験後にスマートフォン模型から剥がした検体の画像を二値化処理し、ガラスフィルム全体の面積(外枠より内側のドット数)を分母、ひび割れ等の破損の面積(黒色のドット数)を分子として、破損面積の割合を算出した(図 IV-2)。検体の破損面積の割合の平均値は 13.19%であった(表 IV-2)。

破損面積の割合の上位と下位の検体を表 IV-4 にまとめた。「特殊ガラス」の検体(G-14、G-15、G-17、G-20)は、破損面積が 6.45~10.75%と少ない傾向が見られた。一方、全面保護タイプ(スマートフォンの湾曲した曲面にも貼れるタイプ)は 6 検体あるが、このうち 4 検体(G-06、G-04、G-11、G-14)が下位にあり、破損面積の割合は大きかった。



図 IV-2 落下試験後の検体画像の二値化
による破損状況の確認

落下試験後の検体(左図)をスマートフォン模型から検体を静かに剥がし、スキャンし(中央左図)、画像処理により二値化した(中央右図)。全面保護タイプで周囲がガラス製の黒縁の検体は、黒縁部分だけに画像処理した(右図)。輪郭の黒部分は除外して、破損部分の面積(黒色)とガラスフィルム全体の面積の割合を算出した。

表 IV-4 落下試験後の検体の破損面積の割合の上位及び下位のガラスフィルム検体

	落下試験後の検体の破損面積の 割合 (平均)	検体 No.	厚さ (mm)	表面 硬度	飛散 防止	ラウンド エッジ	全面 保護	その他
上位 1 位	6.45%	G-20	0.15	680HV	○	○	—	特殊ガラス、抗菌耐衝撃
上位 2 位	8.05%	G-17	—	9H	○	—	—	特殊ガラス
上位 3 位	9.45%	G-14	0.25	9H	○	○	○	特殊ガラス、ブルーライト カット、ソフトフレーム
上位 4 位	10.75%	G-15	0.33	9H	○	—	—	特殊ガラス
上位 5 位	11.20%	G-01	0.33	—	○	○	—	
平均	13.19%							
下位 5 位	16.25%	G-10	0.33	9H	○	○	○	ソフトフレーム
下位 4 位	16.35%	G-11	—	9H	○	○	○	
下位 3 位	16.65%	G-04	—	9H	○	○	○	衝撃吸収
下位 2 位	16.70%	G-05	0.26	9H	○	○	—	
下位 1 位	17.40%	G-06	0.33	9H	○	○	○	衝撃吸収

(4) 飛散したガラス破片

ひび割れが発生しても、全ての検体で目立った破片の飛散は見られなかったが、微細な粉状の破片が確認できた。回収した破片の中で、最も大きいと思われる破片について、マイクロスコプで写真撮影を行い（図 IV-3）、その大きさを測定した。

飛散した破片の大きさは $0.04 \sim 2.89 \text{ mm}^2$ 、平均 0.36 mm^2 であった（表 IV-2）。

破片の大きさの上位と下位の検体を表 IV-5 にまとめた。

破片の小さかった検体の上位 2 検体は「特殊ガラス」の検体（G-14、G-15）であった。また、上位検体にはいずれも「飛散防止加工」の検体であった。一方、最も破片が大きかった G-18 は、「飛散防止加工」の表示がなく、全面保護タイプでガラスの黒縁部分が比較的大きく欠けやすい傾向であった。全面保護タイプでもソフトフレームが外枠を覆っている G-10 及び G-14 は、端部から欠けることがなく、表面のひび割れから粉状に剥がれるだけであり、その粒子は $0.04 \sim 0.16 \text{ mm}^2$ と小さい傾向であった。

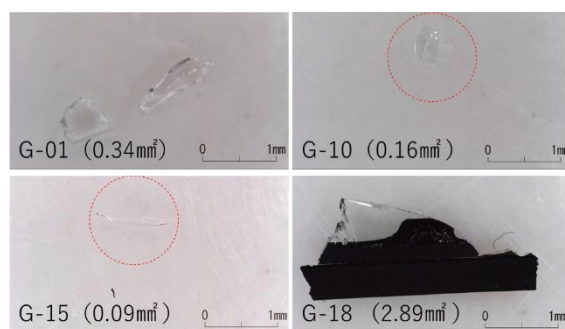


図 IV-3 落下試験で飛散した破片

表 IV-5 飛散した破片の大きさの上位及び下位のガラスフィルム検体

	飛散した破片の 大きさ（平均） (mm^2)	検体 No.	厚さ (mm)	表面 硬度	飛散 防止	ラウンド エッジ	全面 保護	その他
上位 1 位	0.06	G-14	0.25	9H	○	○	○	特殊ガラス、ブルーライト カット、ソフトフレーム
上位 2 位	0.08	G-15	0.33	9H	○	—	—	特殊ガラス
上位 3 位	0.08	G-03	0.33	9H	○	○	—	
上位 4 位	0.09	G-05	0.26	9H	○	○	—	
上位 5 位	0.12	G-11	—	9H	○	○	○	
平均	0.36							
下位 5 位	0.40	G-09	0.51	10H	○	○	—	
下位 4 位	0.42	G-01	0.33	—	○	○	—	
下位 3 位	0.59	G-04	—	9H	○	○	○	衝撃吸収
下位 2 位	1.11	G-19	—	10H	○	—	—	反射防止、ブルーライトカット
下位 1 位	2.01	G-18	0.26	9H	—	—	○	覗き見防止

(5) 落下試験後の検体表面の状況

落下試験後にスマートフォン模型から剥がす前の検体表面の状況を観察すると、ガラスフィルム検体では、細かく割れている箇所はザラザラし、浮いて剥がれそうになっている破片が確認できた。また、大きくひび割れた箇所は顕著に浮き上がっている様子は確認できなかったが、剥がれたり浮いたりした際に切傷につながるおそれがある尖った部分が確認できた（図 IV-4）。

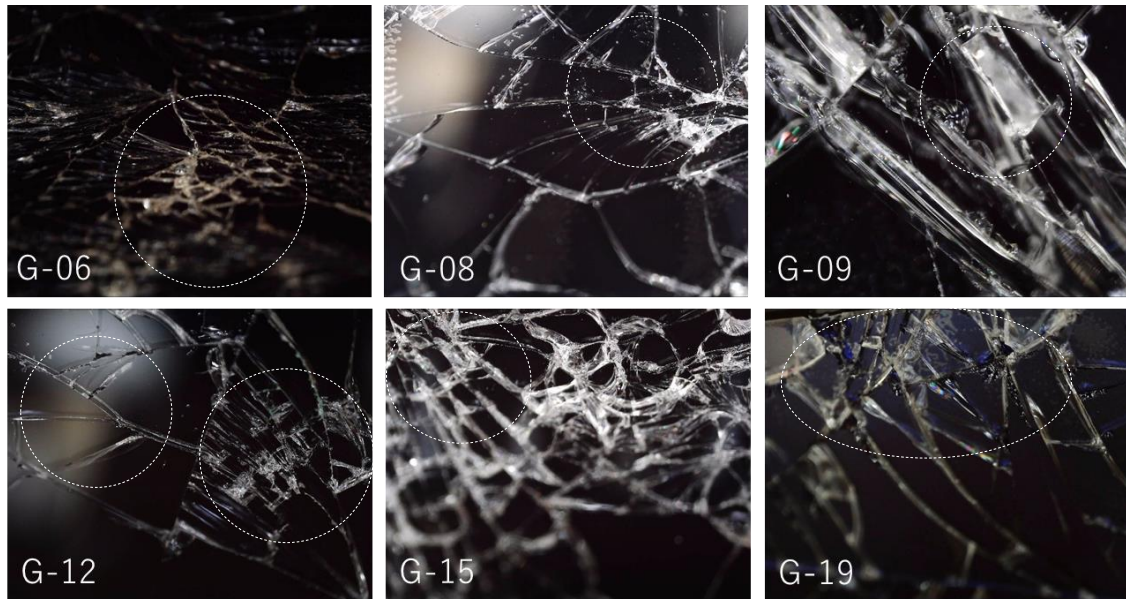


図 IV-4 落下試験後の検体表面の状況

G-06、G-08、G-12、G-15、G-19 は、マイクロスコープ 80 倍で斜めに撮影した。G-09 は、マイクロスコープ 150 倍で水平に撮影した。G-09：少し浮いて剥がれそうになった破片。G-06、G-08、G-12、G-15、G-19：細かくザラザラし剥がれそうな部分や尖った部分。

3 端部及び破断部の安全性評価

(1) 端部の安全性評価

端部については、全ての検体で「全く切れなかった」。

(2) 破断部の安全性評価

検体を折り曲げ破断する際、最初に検体上部 1/3 あたりを折り曲げ、破断部 1 とし、次に下部 1/3 を折り曲げ、破断部 2 としたが、ガラスフィルム検体については、その 2 つの破断部の様子は大きく様子が異なっていた。

最初にガラスフィルムを折り曲げたときは、ガラスフィルムの反発力が強く、折れる際に、大きな音を発し、ひび割れが破断箇所を中心にガラスフィルム全面に発生した。その結果、破断面 1 付近には、細かなガラス片が無数に生成した。

次にその下部 1/3 を折り曲げたときは、それほど反発なく折り曲げることができ、破断面 2 付近は、大きなガラス片が生成した。G-01 の画像を図 IV-5 に、各検体の画像を付録 3 に示す。

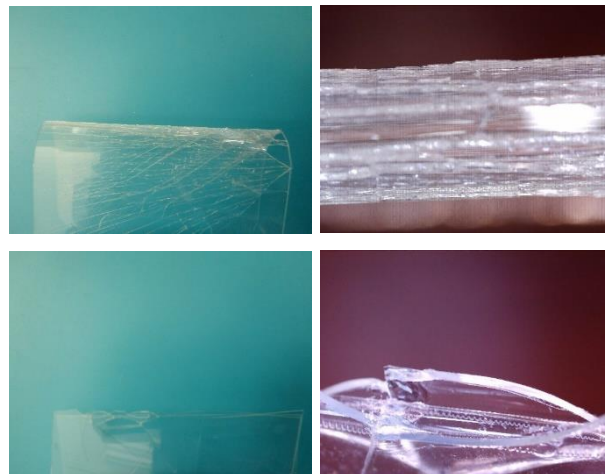


図 IV-5 破断部 1 及び破断部 2 (G-01)

左上：破断部 1、右上：破断部 1 拡大（マイクロスコープ 150 倍）
左下：破断部 2、右下：破断部 2 拡大（マイクロスコープ 150 倍）

破断部 1 のシャープエッジテスターによる安全性評価の結果は、ガラスフィルム 20 検体中、「深層の黒い膜が見えるまで切れた」は 17 検体、「表層の白いテープのみ切れた（上層は切れたが下層は切れなかった）」は 3 検体であった（表 IV-6）。中には、0.5mm 程度の細かなガラス片が刺さっている状況も確認された（図 IV-6）。

破断部 2 では、すべてのガラスフィルム検体で「深層の黒い膜が見えるまで切れた」（表 IV-6）。大きなガラス片の角が突き出るようになっており、引っかかるようにして切り裂く場合と鋭利な刃物のように切れる場合があった。

なお、プラスチックフィルム検体は、破断部 1 及び 2 でいずれも「全く切れなかった」（表 IV-6）。

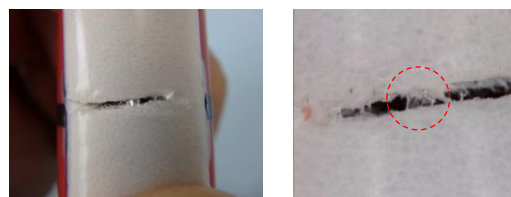


図 IV-6 破断部 1 によりシャープエッジテスターヘッド部に刺さったガラス片（G-07）
左：ヘッド部、右：ヘッド部拡大（マイクロスコープ 80 倍）

表 IV-6 端部及び破断部におけるシャープエッジテスターによる安全性評価結果

検体 No.	端部	破断部 1	破断部 2
G-01	○	×	×
G-02	○	×	×
G-03	○	×	×
G-04	○	×	×
G-05	○	×	×
G-06	○	△	×
G-07	○	×	×
G-08	○	×	×
G-09	○	×	×
G-10	○	×	×

検体 No.	端部	破断部 1	破断部 2
G-11	○	×	×
G-12	○	×	×
G-13	○	×	×
G-14	○	×	×
G-15	○	×	×
G-16	○	×	×
G-17	○	△	×
G-18	○	×	×
G-19	○	△	×
G-20	○	×	×
P-01	○	○	○
P-02	○	○	○
P-03	○	○	○

○：全く切れなかった、△：表層の白いテープのみ切れた（上層は切れたが下層は切れなかった）、×：深層の黒い膜が見えるまで切れた

V 考察

1 ガラスフィルムの破損

(1) 強化ガラスの割れ方

強化ガラスは、ガラス表面に圧縮応力を与えることで強度を高めている。その方法は物理強化（熱強化）と化学強化の2つの方法がある。物理強化は、表面の圧縮応力はそれほど大きくないが圧縮応力層が厚くなり、それに釣り合うため内部の引張応力が大きくなる。一方、化学強化は、表面の圧縮応力は大きい、その圧縮応力層は極めて薄いため、内部の引張応力は小さくなる。物理強化したガラスは内部の引張応力が大きいため、傷が圧縮応力層を貫いて破壊した場合、一瞬にガラス全体にひびが入り粉々に割れる。化学強化ガラスは、内部引張応力が小さいため、割れるときは普通のガラスのように鋭利な大きい破片になるが、化学強化でも圧縮応力層を厚くした場合や薄板で相対的に圧縮応力層が厚い場合などは、内部引張応力も高くなり、物理強化ガラスの割れ方に近くなると考えられる（図 V-1）。

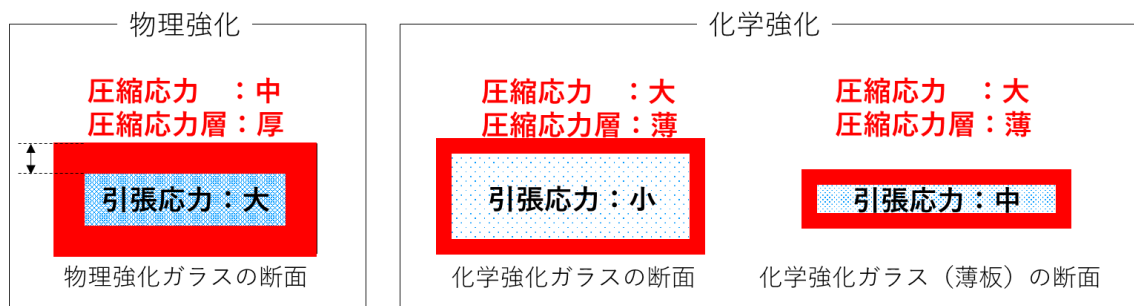


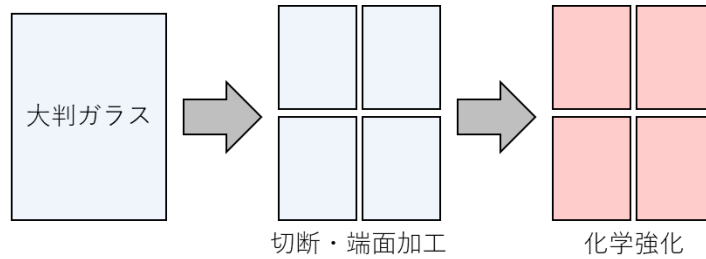
図 V-1 物理強化ガラスと化学強化ガラスの構造イメージ図

スマートフォン用ガラスフィルムに使用されている強化ガラスは、厚さが 0.3mm 前後と薄いこと、落下試験において一瞬でガラス全体にひびが入るような状況は観察されなかったことから、化学強化ガラスが使われていると考えられる。

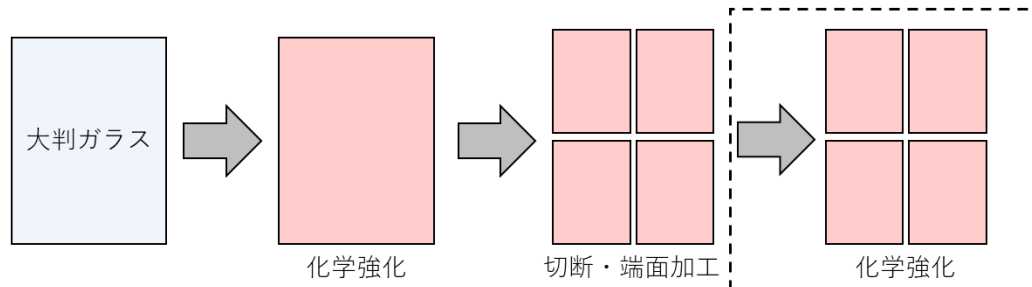
(2) 化学強化ガラスの製造工程と面及び端部の強度

化学強化の工程として考えられる例を図 V-2 に示す。例 1 は、大判ガラスをスマートフォンガラスフィルム用などのサイズに切断・端面加工した後に化学強化する手順である。ガラス板は、面より端部の方が強度が劣るが、切断・端面加工後に強化することで、面だけでなく端部もある程度強化できる。例 2 は、大判ガラスを化学強化した後に、切断・端面加工する手順である。内部引張応力が大きいと、切断等の加工が難しくなるため、加工が可能な範囲で化学強化していると考えられる。また、切断面は、強化された圧縮応力層がない普通のガラスの強度となるため、切断・端面処理後に再度化学強化処理をしている場合もあると考えられる。

今回商品テストした検体について、どのような強化工程のガラスを使用しているかは、表示調査ではわからなかった。落下試験での破損状況では、角や端部から破損する検体が多かったが、ガラスフィルムの形状上もともと端部は面よりも強度が劣るため、検体の端部が化学強化されていないとまでは言及できなかった。また、全面保護タイプの検体が、破損面積の割合が高かったのは、スマートフォンの湾曲した曲面にも貼れるように端部が加工されているため、形状上強度が落ちるためと考えられる。



(例1) 大判ガラスを切断・端面処理加工後に化学強化処理



(例2) 大判ガラスを化学強化処理後に切断・端面加工

図 V-2 化学強化ガラスのつくり方の例

(3) 破損したガラスフィルムの表面とガラス破片の飛散

表示調査で「飛散防止加工」の表示がなかったガラスフィルム検体は2検体（G-13、G-18）あったが、落下試験では、ひび割れが発生しても、全ての検体で目立った破片の飛散は見られなかった。一方、微細な粉状の破片の飛散はすべての検体で確認できた。

落下試験でひび割れても破片はフィルムに付着した状態を維持し飛散しなかったが、検体表面を観察すると割れている箇所は鋭利になっているところもあり、ポケットやカバンからの出し入れなどをした際に、引っ掛かって剥がれ落ち、破断面でけがをする恐れがあると考えられる。

2 端部及び破断部でのけがの危険性

今回テストした検体の端部では、危険性は確認されなかったが、インターネットなどで様々な商品が流通しており、割れていないガラスフィルムの端で指を切るという事故情報が寄せられていることから、流通しているすべての商品で危険性がないとは言えない。

破断部では、今回テストしたすべての検体でけがをする危険性があることが確認できた。また、破断面の細かいガラス片が剥がれシャープエッジテスターに刺さる現象が確認されたことから、実際の使用時にも指を切ったり、刺さったりするおそれがある。

VI 消費者へのアドバイス

- ・スマートフォン用ガラスフィルムが割れたら、そのまま使用せず交換しましょう。

多くのガラスフィルムは飛散防止加工されているため、すぐに破片が飛散することはありませんが、そのまま使用しポケットやカバンなどから出し入れしているときなどに、破片が剥がれてけがをするおそれがあります。

- ・割れたガラスフィルムを剥がすときや、剥がしたガラスフィルムでけがをしないように取扱いに気をつけましょう。

割れたガラスフィルムを剥がすときは、フィルムの割れていない部分とスマートフォンの間に画面を傷つけないように薄い磁気カードなどを入れて、フィルムが強く曲がりすぎないようにゆっくりと剥がしましょう。

また、スマートフォン用ガラスフィルムに使用されている化学強化ガラスは、割れると普通のガラスと同じように破断面は鋭利になり、触るとけがをするおそれがあります。取扱いに気をつけ、廃棄しましょう。

- ・割れていないガラスフィルムでも、端や角でのけがに気をつけましょう。

今回のテストでは、端部では切傷はできませんでしたが、端部や角でけがをする事故が起きていますので注意しましょう。

- ・消費生活相談窓口などへ事故情報などの情報提供をお願いします。

事故の再発防止や製品の安全性向上のため、事故情報や危険を感じた情報などについて、消費生活相談窓口などへの情報提供をお願いします。

VII 調査結果の活用

1 消費者への普及啓発

テスト結果について、ホームページ「東京くらし WEB」への掲載等を通じ、消費者に対し、スマートフォン用ガラスフィルムの安全な使用に関する注意喚起を行う。

2 情報提供

テスト結果について情報提供を行う。

- ・消費者庁
- ・経済産業省
- ・独立行政法人国民生活センター
- ・独立行政法人製品評価技術基盤機構
- ・電気硝子工業会
- ・一般社団法人全国携帯電話販売代理店協会
- ・大手家電流通協会
- ・公益社団法人日本通信販売協会
- ・インターネット関係事業者 等

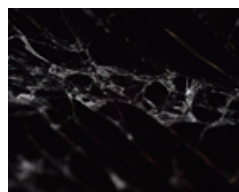
付録

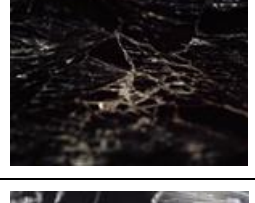
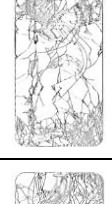
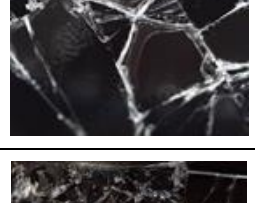
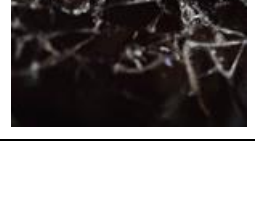
付録 1 表示調査結果詳細

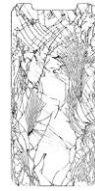
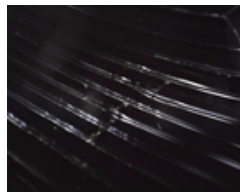
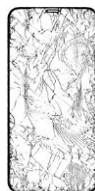
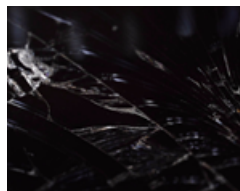
検体 No.	割れたままの状態で使用しない こと	端部でのけがについての注意	破片や破断面でのけがについての注意
G-01			
包装等	—	—	—
G-02			
包装等	万が一、ガラスが割れてしまった場合はすぐにお取り替えください。	—	飛散防止加工は施しておりますが、細かな破片や破断面でお怪我をする恐れがありません。
G-03			
販売サイト	—	—	—
包装等	—	—	—
G-04			
販売サイト	—	—	—
包装等	—	—	—
G-05			
販売サイト	—	—	—
包装等	—	—	—
G-06			
販売サイト	—	—	—
包装等	—	—	—
G-07			
販売サイト	—	—	—
包装等	—	—	—
G-08			
販売サイト	—	—	—
包装等	—	—	—
G-09			
販売サイト	—	—	—
包装等	—	—	—
G-10			
販売サイト	—	—	—
包装等	—	—	—
G-11			
販売サイト	ガラスフィルムが割れた場合: もしガラスが裂けたら、別の側から軽くはがしてください。割れたところには力を入れないで触れないでください。(もし割れても使い続けると、傷をつく可能性があります)	—	—
包装等	—	—	—
G-12			
販売サイト	—	—	—
包装等	—	—	—
G-13			
販売サイト	—	—	—
包装等	—	—	—
G-14			
販売サイト	—	—	—
包装等	—	—	—
G-15			
販売サイト	—	—	—
包装等	万が一ガラスパネルが割れた場合は、速やかにケガに注意して取り外し、捨ててください。	—	—
G-16			
販売サイト	—	—	—
包装等	破損や思わぬ怪我の原因となりますので以下の事項は絶対におやめください。	—	本製品が破損した場合は、破片で怪我をしないよう十分ご注意ください。

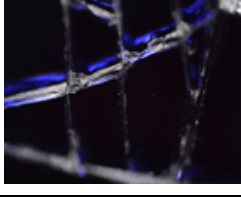
	・本製品に破損、変形等が生じた場合の使用		
G-17			
販売サイト	—	—	—
包装等	本製品はガラス製ですので、液晶保護フィルムが破損した際はご使用を中止していただき、液晶保護フィルムをはがしてください。	—	—
G-18			
販売サイト	—	—	—
包装等	—	—	—
G-19			
販売サイト	—	—	—
包装等	—	—	—
G-20			
販売サイト	—	—	—
包装等	—	—	本製品はガラス製品です。飛散防止加工を施していますが、割れたガラスに触る際には手が切れたりする危険性がありますので、十分ご注意ください。
P-01			
販売サイト	—	—	—
包装等	—	—	—
P-02			
販売サイト	—	—	—
包装等	—	—	—
P-03			
販売サイト	—	—	—
包装等	—	—	—

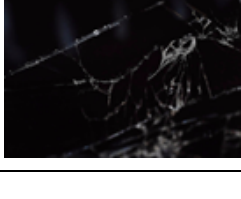
付録 2 落下試験における検体の破損状況

検体 No.	床面	割れた落下回数	落下回数 1 回目の検体	落下回数 2 回目の検体	落下回数 5 回目の検体	落下回数 10 回目の検体	落下試験 (10 回落下) 後の検体の 2 値化	落下試験後検体表面破損箇所 (拡大) (マイクロスコープ 80 倍、斜めに傾けて撮影)
G-01	コンクリート	1 回目						
	銅板	3 回目						
G-02	コンクリート	4 回目						
	銅板	1 回目						
G-03	コンクリート	2 回目						
	銅板	1 回目						
G-04	コンクリート	1 回目						

	鋼板	1回目						
G-05	コンクリート	1回目						
	鋼板	1回目						
G-06	コンクリート	6回目						
	鋼板	1回目						
G-07	コンクリート	1回目						
	鋼板	1回目						
G-08	コンクリート	1回目						

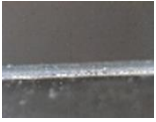
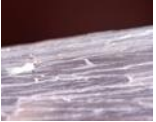
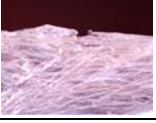
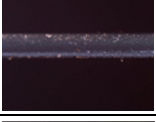
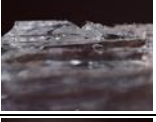
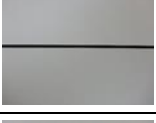
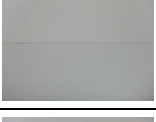
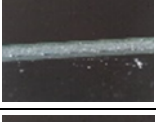
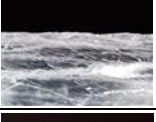
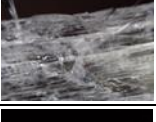
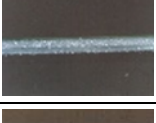
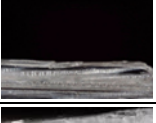
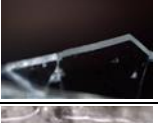
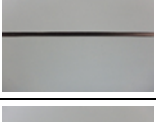
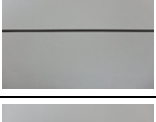
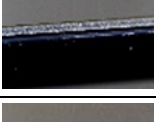
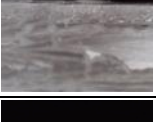
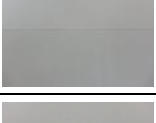
	鋼板	2回目						
G-09	コンクリート	3回目						
	鋼板	1回目						
G-10	コンクリート	2回目						
	鋼板	2回目						
G-11	コンクリート	2回目						
	鋼板	2回目						
G-12	コンクリート	2回目						

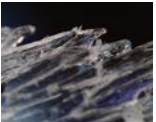
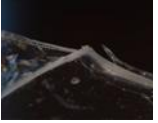
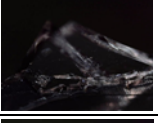
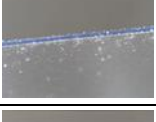
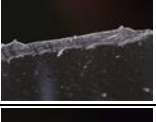
	鋼板	3回目						
G-13	コンクリート	1回目						
	鋼板	5回目						
G-14	コンクリート	6回目						
	鋼板	5回目						
G-15	コンクリート	3回目						
	鋼板	7回目						
G-16	コンクリート	1回目						

	鋼板	2回目						
G-17	コンクリート	3回目						
	鋼板	1回目						
G-18	コンクリート	2回目						
	鋼板	1回目						
G-19	コンクリート	2回目						
	鋼板	1回目						
G-20	コンクリート	1回目						

	鋼板	7 回目						
--	----	------	---	---	---	---	--	---

付録 3 検体の端部及び折り曲げた破断部

	端部		破断部 1		破断部 2	
	全体	拡大	全体	拡大	全体	拡大
G-01						
G-02						
G-03						
G-04						
G-05						
G-06						
G-07						
G-08						
G-09						
G-10						
G-11						
G-12						
G-13						

G-14						
G-15						
G-16						
G-17						
G-18						
G-19						
G-20						
P-01						
P-02						
P-03						