

2023 年度 自動車リサイクルの高度化等に資する
調査・研究・実証等に係る自主事業
「エアバッグ布およびシートベルトリサイクルのための
基盤づくり事業(本格実証フェーズ)」
最終報告書

2024 年 3 月 31 日
株式会社 矢野経済研究所

担当者連絡先

会社名： 株式会社矢野経済研究所

担当者名：相原 光一

部門： インダストリアルテクノロジーユニット

電話番号： 03-5371-6930

メールアドレス： kaihara@yano.co.jp

はじめに

項目	内容	
背景	<p>使用済み自動車（以下 ELV）から発生するプラスチックの中でも、エアバッグ布は高価な PA66（約 500 円/kg）が原糸に用いられている。一部でバッグ等にリサイクルされているが、大半はサーマルリカバリーで燃焼されている。そのほかシートベルトも比較的高価な PET 繊維（約 300 円/kg）が使用されており、強靱に作られている。これら素材は布としての使い道、プラスチック素材・原料としての使い道など、様々な出口が想定される。</p>	
目的・目標	<p>本事業では、比較的回収が安易な布素材であるエアバッグ布（PA66）およびシートベルト（PET 繊維）リサイクルを促進するために、ELV からの取り外しからリサイクル素材・原料とするまでの一連の工程の基準づくりと、リサイクル用エアバッグ布素材・原料のカタログを作成する。これらの取り組みはプラリサイクルのすそ野を広げることであり、かつ ASR 量の削減にも貢献できる。</p>	
2023 年度下期（10 月～3 月） 本格事業フェーズ実施内容	(1) 分別回収の効率向上	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 分類 DB 案を 2023 年度下期に作成した。2024 年度に布として使用する際に求められる情報（素材、色、シリコンコートの有無、重量、サイズ）や提供形態（切り取っただけの状態、洗浄した状態、裁断した状態）等の情報を盛り込む。
	(2) 回収品質の向上と安定化	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 2023 年度下期は、2 解体事業者での作業・使用工具の共通化を図ることができた。2024 年度に他の解体事業者にも展開可能か確認を進めていく。
	(3) 安心・安全の提供	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 化学物質把握から、一部車種で pH 値および Cu 値がアパレル・フットウエアの基準値を超えるものがあったが、それらはインフレーター由来と推測される。2024 年度はサンプルを増やして分析する必要がある。
	(4) 払い出し品質の安定化	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 化学物質把握から前処理は洗浄のみで良い可能性があるが、サンプルを増やして検討する必要がある。そのほか、洗浄方法の基準の明確化を図る必要がある。 ➤ 2023 年度の化学分析等の結果を踏まえて、各用途先基準での払い出し品質基準を設定するとともに、必要な前処理の設定を行う。

目次

1. 自主事業の計画	5
1.1. 自動車リサイクル業界における調査の位置付け・背景.....	5
1.2. 実施内容.....	6
1.2.1. 実施計画概要.....	6
1.2.2. 事業実施体制.....	7
1.2.3. 実施スケジュール.....	8
2. 2023 年度（先行検討フェーズ）実施内容	9
2.1. 分別回収の効率向上.....	9
2.2. 回収品質の向上と安定化.....	10
2.3. 安心・安全の提供.....	11
2.3.1. エアバッグの分析.....	11
2.3.2. シートベルトの分析.....	11
2.3.3. 2023 年度の本格事業フェーズでの分析項目.....	11
2.4. 払い出し品質の安定化.....	12
2.5. 2023 年度下期以降の調査等実施における課題および解決方法.....	13
2.5.1. 2023 年度下期以降の調査等実施における課題.....	13
2.5.2. 課題の解決方法.....	14
3. 2023 年度（本格実証フェーズ）実施内容	15
3.1. 分別回収の効率向上.....	15
3.2. 回収品質の向上と安定化.....	16
(1) 1 回目回収.....	17
(2) 回収方法の統一.....	24
(3) 2 回目回収.....	25
(4) 大規模回収に向けた作業マニュアル.....	31
3.3. 安心・安全の提供.....	32
3.3.1. 化学物質の把握.....	33
(1) エアバッグ布.....	34
(2) シートベルト.....	37
3.3.2. 規制物質の把握.....	40
3.3.3. ガス・白い粉・青い液体・異物分析.....	48
(1) サンプルング.....	48
(2) 分析対象および測定方法.....	48
(3) 考察.....	55

3.4. 払い出し品質の安定化	57
3.4.1. 前処理検討	57
3.4.2. 出口ニーズの把握	58
(1) 業界・市場ニーズ調査	58
(2) 消費者アンケート調査	60
3.5. 今後の調査等実施における課題および解決方法	67
3.5.1. 今後の調査等実施における課題	67
3.5.2. 課題の解決方法	68

1. 自主事業の計画

1.1. 自動車リサイクル業界における調査の位置付け・背景

2022年4月1日より環境省から「プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律」が施行され、プラリサイクルの機運が一気に高まっている。自動車リサイクルでも、ガラス・プラスチックを回収しASR減量を目指した「資源回収インセンティブ制度」の議論が本格化している。

プラスチックの中でも、エアバッグ布は高価なPA66（約500円/kg）が原糸に用いられている。一部でバッグ等にリサイクルされているが、大半はサーマルリカバリーで燃焼されている。そのほかシートベルトも比較的高価なPET繊維（約300円/kg）が使用されており、強靱に作られている。これら素材は布としての使い道、プラスチック素材・原料としての使い道など、様々な出口が想定される。

公益財団法人自動車リサイクル促進センターの「自動車リサイクルデータ Book 2022」¹によれば、2022年度で1台当たりのASR重量は188.7kgである。トヨタ自動車の「クルマとリサイクル」²によればそのうち約30%がプラスチックで占められている。エアバッグ布の重量は1%未満とみられ、重量インパクトは大きくないが、一方で、エアバッグの装備個数は年々増えてきており、エアバッグ処理費用も増加してきている。

本事業では、比較的回収が安易な布素材であるエアバッグ布（PA66）およびシートベルト（PET繊維）リサイクルを促進するために、ELVからの取り外しからリサイクル素材・原料とするまでの一連の工程の基準づくりと、リサイクル用エアバッグ布素材・原料のカタログを作成する。これらの取り組みはプラリサイクルのすそ野を広げることであり、かつASR量の削減にも貢献できる。

¹ 公益財団法人自動車リサイクル促進センターの「自動車リサイクルデータ Book 2022」

https://www.jarc.or.jp/data/dat_エアバッグ ookcomplete/

² トヨタ自動車の「クルマとリサイクル」

https://global.toyota/pages/global_toyota/sustain_エアバッグ ility/report/kururisa_jp.pdf

1.2. 実施内容

1.2.1. 実施計画概要

現状エアバッグ布、シートベルトの収集は、リサイクル材として活用したい事業者が自ら解体業者にアクセスして回収している。しかし、自動車メーカーごとにエアバッグ布の色やサイズなどが異なり、目的に応じたエアバッグ布を探すのに手間がかかる。そのほか、エアバッグの展開時の硝煙のにおい消しなど、布素材として使えるまでの手間が多い。

本実証事業では、ELV からの取り外しからリサイクル素材・原料とするまでの一連の工程の基準づくりと、リサイクル用エアバッグ布素材・原料のカタログを作成することで、エアバッグおよびシートベルトのリサイクル促進を狙う。

主な実施内容は、(1) 分別回収の効率向上、(2) 回収品質の向上と安定化、(3) 安心・安全の提供、(4) 払い出し品質の安定化、(5) 選択肢の提供、である。

表 1-1.主な実施内容

項目	概要	実施年		
		先行検討	本格事業	
		2023年 4～9月	2023年 10～2024 年3月	2024年4 ～2025年 3月
(1) 分別回収 の効率向上	回収と分類方法検討			
	分類方法の決定			
(2) 回収品質 の向上と安定 化	回収テスト			
	回収基準検討			
	コスト試算・回収基準策定			
(3) 安心・安全 の提供	化学物質把握			
	安全宣言検討、CO ₂ の見える化検討			
(4) 払い出し 品質の安定化	前処理検討			
	出口ニーズ把握			
	プロセスの見える化検討			
(5) 選択肢の 提供	ニーズと前処理の継続検討			
	商流イメージ構築			
	カタログ項目検討、作成			

出所：矢野経済研究所

本事業は2カ年での実施を予定しており、先行検討フェーズと本格事業フェーズの2フェーズに分けて取り組む。先行検討フェーズは2023年4～9月とし、この期間内でエアバッグ布およびシートベルトリサイクルの課題解決のために必要となる取り組み内容を検討し、その内容に基づき2023年10月から本格事業フェーズを実施する。

1.2.2. 事業実施体制

事業実施体制を図1-1に示す。

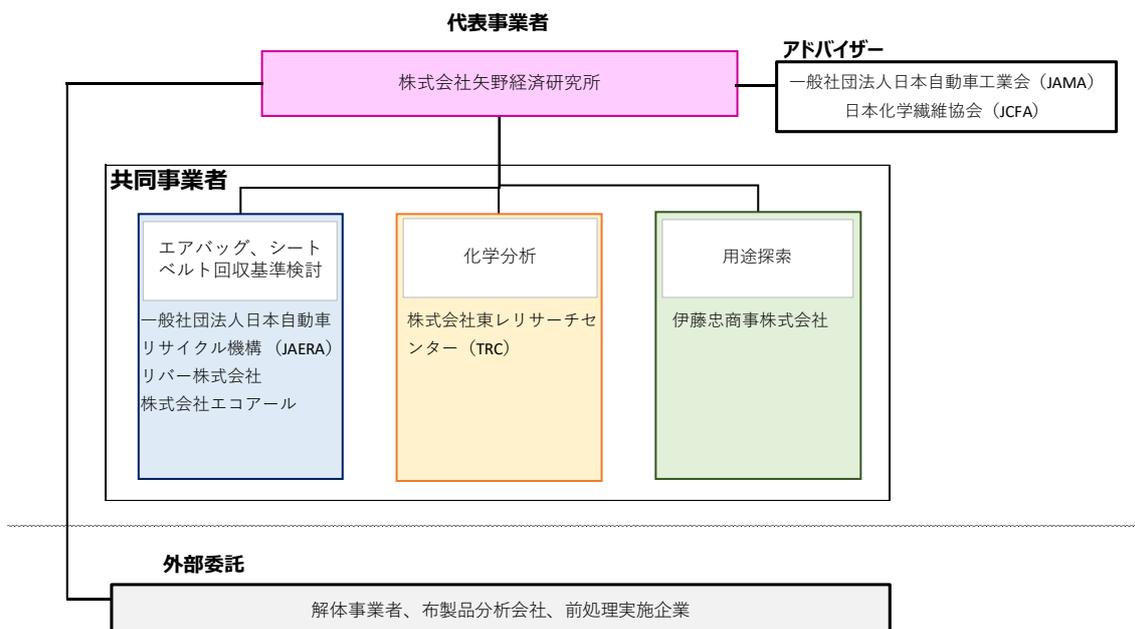


図 1-1.事業実施体制

出所：矢野経済研究所

1.2.3. 実施スケジュール

実施スケジュールを表 1-2 に示す。本格事業フェーズのうち、2023 年度分についてはスケジュール通り完了した。

表 1-2.実施スケジュール

項目	詳細	2023年10～2024年3月 本格検討フェーズ						
			10月	11月	12月	1月	2月	3月
(1) 分別回収の効率向上	回収と分類方法検討	予定						
		実績						
(2) 回収品質の向上と安定化	回収テスト（解体事業者2社で実施）	予定						
		実績						
	回収基準検討	予定						
		実績						
(3) 安心・安全の提供	化学物質把握	予定						
		実績						
(4) 払い出し品質の安定化	前処理検討、出口ニーズ把握	予定						
		実績						
(5) 選択肢の提供	カタログ項目検討等	予定						
		実績						

出所：矢野経済研究所

2. 2023 年度（先行検討フェーズ）実施内容

2.1. 分別回収の効率向上

エアバッグおよびシートベルト種類基本情報を表 2-1、表 2-2 に示す。

また、エアバッグ布・シートベルトを回収する対象（年代・メーカー・車種など）を先行サンプリング結果等から設定した。2023 年度（本格事業フェーズ）回収車両の決定を表 2-3 に示す。合計 96 台の車両を回収する。実施車種について、解体事業者 2 社で打ち合わせを実施し、可能な範囲で同車種・同型式を回収する。

回収は 2 回行うが、まず 1 回目は解体事業者 2 社の独自方法でエアバッグ布、シートベルトを回収してもらい、それらの作業の違いや回収品の違いを把握する。そのうえで、共通の作業マニュアルを作成し、2 回目の回収を実施し、回収品の検証を行う。2024 年度には、この作業マニュアルを解体事業者 2 社以外でも活用してもらい、回収品の品質を確認する。

表 2-1.エアバッグ種類基本情報

項目	詳細
搭載箇所	①D 運転席 ②A 助手席 ③S サイド ④C カーテン ⑤K ニー
インフレーター種類	①パイロテクニク（火薬式） ②ストアードガス（ガス式） ③ハイブリッド（混合）
繊維	①PA66 ②PET
織り方	平織り
シリコンコート	①なし ②あり（顔料：ピンク、青など）
エアバッグ製造方法	①縫製 ②圧着

出所：矢野経済研究所

表 2-2.シートベルト種類基本情報

項目	詳細
搭載箇所	①D 運転席 ②A 助手席 ③後部座席 等
繊維	PET
色	グレーが多いが、色合いは自動車メーカーごとに異なる (糸に顔料を入れて製造)
織り方	平織り

出所：矢野経済研究所

表 2-3. 2023 年度（本格事業フェーズ）回収車両の決定

項目	詳細
自動車メーカー3社	①トヨタ自動車（軽自動車でダイハツ工業を含む） ②本田技研工業 ③日産自動車（軽自動車で三菱自動車工業を含む）
年式2種類	①2000～2009年 ②2010年以降
車格2種類 (1車格各2台)	①軽自動車 ②普通車
解体事業者2社	①エコアール ②リバー
実施回数	2回 (1回目は各社のやり方で回収、2回目は統一した回収方法（作業マニュアル）を設定して実施する)
回収部位	①エアバッグ：運転席、助手席、サイドカーテン ②シートベルト：後部座席

出所：矢野経済研究所

2.2. 回収品質の向上と安定化

2.3 安心・安全の提供において、分析すべき項目の把握を行うため、まずは1台のエアバッグ布、シートベルトの回収および分析を行った。

なお、通常エコアールではエアバッグを車上で一括作動処理を行っているが、処理を行うとエアバッグ基布にインフレーター火薬やガス成分が付着してしまう。エアバッグ基布そのものの分析を行うことを目的としたため、エアバッグシステムを車から取り外し回収した後、インフレーターを分離し、エアバッグ布の回収を行った。

2.3. 安心・安全の提供

安心・安全の提供にあたり、重要になるのが、エアバッグやシートベルトに使用されている化学物質の情報である。ただし、リサイクル品の場合、その時代の規制対象ではないが、現在では規制対象となっている化合物が含まれる可能性や使用に伴う汚染、添加剤の経年劣化が懸念されるため、時代ごと、また、メーカー別での化学物質の情報を知っておく必要がある。現状把握のためにも、まずはそれぞれ 1 検体について、組成分析を行うこととした。

2.3.1. エアバッグの分析

エアバッグの主構成成分としては、ポリアミド 66 (PA66) とポリジメチルシロキサン (シリコーンの一種) から構成されており、ナイロンの耐熱材として C ヨウ化銅やヨウ化 K、顔料として酸化チタンや酸化鉄が存在すると推定される結果であった。その他にも、染料や抗菌剤、可塑剤、離型剤と推定される成分が検出されたが、それらの含有量はごく微量であった。

2.3.2. シートベルトの分析

シートベルトの主構成成分はポリエステル (PET) であり、その他成分としては、可塑剤や染料、界面活性剤が多数検出された。その他にも抗菌剤や滑剤が検出されたが微量であった。

2.3.3. 2023 年度の本格事業フェーズでの分析項目

本結果を基に、今後の分析内容について繊維の分析技術を有するカケンテストセンターと協議を行った。その結果、東レリサーチセンター (TRC) ではエアバッグについてはどういった化学物質が含有されているかを確認するために GC/MS、LC/MS、ICP-AES、IC 分析を、シートベルトに関しては同様な理由から GC/MS、LC/MS、ICP-AES 分析を実施すべきと判断した。また、カケンテストセンターでは、合成繊維とコーティング剤について試験項目を絞り、規制物質の存在の有無を確認すべきと判断した。現在予定している分析項目および用途・リスクについては、表 2-4 にまとめる。

表 2-4.今後の分析項目

	分析対象	用途、リスク	実施有無 エアバック	実施有無 シートベルト
TRC	低分子量成分全般 (GC/MS)	予期せぬ有機規制物質の有無確認	○	○
	低～中分子量成分全般 (LC/MS)	予期せぬ有機規制物質の有無確認	○	○
	水では抽出されない無機元素全般 (ICP)	予期せぬ無機規制物質の有無確認	○	○
	Si量 (ICP)	シリコーンコート層の有無および存在量確認	○	—
カケン テスト センター	水で抽出されるイオン (IC)	インシュレーター由来成分の有無確認	○	—
	酸性とアルカリ性物質 (pH)	皮膚障害	○	○
	AP&APEO	界面活性剤水生毒性、生殖毒性	○	○
	アゾ・アミン類とアリルアミン塩	染料発がん性	○	○
	ビスフェノール類	プラスチック製造の製造や難燃剤内分泌かく乱物質、生殖毒性	○	○
	クロロフェノール類	農薬、保存剤水生毒性、内分泌かく乱物質、発がん性	○	○
	塩素化ベンゼン類およびトルエン類	染色キャリアー剤水生毒性、発がん性	○	○
	染料 (禁止染料と分散染料)	染料発がん性、生殖毒性、水生毒性	○	○
	染料 (ネイビーブルー)	染料発がん性、生殖毒性、水生毒性	○	○
	難燃剤	難燃剤難分解性、生体蓄積性、発がん性、生殖毒性	○	○
	ホルムアルデヒド	接着剤や顔料バインダー等の樹脂加工刺激性、発がん性	○	○
	重金属, 溶出	顔料、染料、プラスチックの安定剤急性毒性、発がん性、水生毒性	○	○
	重金属, 総含有量	顔料、染料、プラスチックの安定剤急性毒性、発がん性、水生毒性	○	—
	有機スズ化合物	防腐剤、プラスチックの安定剤難分解性、生体蓄積性、水生毒性、生殖毒性	○	○
	オルトフェニルフェノール (OPP)	染色キャリアー剤、防腐剤皮膚刺激性、発がん性、水生毒性	○	○
	過フッ素化合物とポリフッ素化合物 (PFCs)	撥水剤、撥油剤、防汚剤、潤滑油難分解性、生体蓄積性、発がん性	○	○
	過フッ素化合物とポリフッ素化合物 (PFAS)全有機フッ素	撥水剤、撥油剤、防汚剤、潤滑油難分解性、生体蓄積性、発がん性	○	○
	フタル酸エステル類	プラスチックの可塑性生殖毒性	○	○
	多環式芳香族炭化水素 (PAHs)	ゴムやプラスチックの増量剤、黒色染料/顔料水生毒性、発がん性、生殖毒性、刺激性	○	—
	キノリン	染料の分散剤発がん性、水生毒性	○	○
	溶剤/残留物, DMFa	樹脂加工の溶剤生殖毒性、刺激性、内情機能障害	○	—
	溶剤/残留物, DMAC and NMP	樹脂加工の溶剤生殖毒性、刺激性、内情機能障害	○	—
	溶剤/残留物, ホルムアミド	樹脂加工の溶剤生殖毒性、刺激性、内情機能障害	○	—
	紫外線 (UV)吸収剤/安定剤	プラスチックの紫外線吸収剤水生毒性、発がん性	○	○
	揮発性有機化合物 (VOCs)	接着剤、コーティング、プリント、樹脂加工刺激性、発がん性、生殖毒性	○	—

出所：TRC

2.4. 払い出し品質の安定化

2023年度の先行検討フェーズでは、1 サンプルの分析を行い、化学物質分析項目の絞りだしを行うことができた。2023年度の本格事業フェーズにおいては、サンプル数を増やし、各用途向けにおいてどのような前処理が必要となるのか（洗浄のみでよいのか、化学物質除去のため+αの作業を行う必要があるのか）、確認を行っていく。

用途の探索については、本格事業フェーズにおいて、市場調査を行い、エアバッグ布、シートベルトの出口ニーズ把握を行うことで、各用途の必要とする前処理内容も明らかにしていく。

2.5. 2023 年度下期以降の調査等実施における課題および解決方法

2.5.1. 2023 年度下期以降の調査等実施における課題

実施における課題を表 2-5 に示す。先行検討フェーズではまだ未着手の項目が多いため、本格事業フェーズにおいて課題を整理するとともに適切な解決方法を検討していく。

表 2-5.エアバッグ布およびシートベルトリサイクルに向けた課題

項目		先行 検討	本格 事業	詳細
(1) 分別回収の効率向上	回収と分類方法検討	○	○	現状把握しているエアバッグおよびシートベルトの基本情報（表 2-1、表 2-2）が正確な内容か不明確。
	分類方法の決定	—	○	エアバッグおよびシートベルトについて、回収部位と種類等の分類が決定できていない。
(2) 回収品質の向上と安定化	回収テスト（解体事業者 2 社で実施）	○	○	解体事業者によって解体手法が異なることが想定されるため、回収されるエアバッグ布等の大きさがばらつく可能性がある。
	回収基準検討	○	○	回収基準が決定できていない。
(3) 安心・安全の提供	化学物質把握	○	○	化学物質分析項目はどこまで実施すべきかの線引が明確ではない。
	安全宣言検討、CO ₂ の見える化検討	—	○	実施方法について明確に決定できていない。
(4) 払い出し品質の安定化	前処理検討	○	○	洗浄（洗濯）、裁断のみで良いか出口および化学物質把握を踏まえた前処理検討が未実施。
	前処理トライ・課題抽出	—	○	前処理検討で検討した処理を未トライ。
	出口ニーズ把握	—	○	出口ニーズが明確化していない。
(5) 選択肢の提供	ニーズと前処理の継続検討	—	○	ニーズおよび前処理が明確化していない。
	カタログ項目検討、作成	—	○	出口を見据えたカタログ作成が未着手。

※先行検討フェーズで実施を開始した項目は先行に○、未実施は - を表示

出所：矢野経済研究所

2.5.2. 課題の解決方法

課題の解決方法を表 2-6 に示す。

表 2-6. 課題の解決方法

項目		先行 検討	本格 事業	詳細
(1) 分別回収の効率向上	回収と分類方法検討	○	○	基本情報（表 2-1、表 2-2）が正確な内容か、回収テストにより確認する。
	分類方法の決定	—	○	回収テストにより、ある程度物量を集め、回収部位とエアバッグ種類等の分類およびデータ整理を行う。
(2) 回収品質の向上と安定化	回収テスト（解体事業者 2 社で実施）	○	○	2023 年度の本格実証フェーズでは 2 回、回収を行うが、1 回目は解体事業者 2 社の独自方法で回収し、作業の違いや回収品の違いを把握する。
	回収基準検討	○	○	1 回目回収後、共通の作業マニュアルを作成し、2 回目の回収を実施し、回収品の検証を行う。
(3) 安心・安全の提供	化学物質把握	○	○	使用禁止物質の含有がないかなど、分析会社 2 社が分析メニューをすり合わせ、漏れが生じないように実施する。
	安全宣言検討、CO ₂ の見える化検討	—	○	化学物質把握内容を基に、用途を見据えた安全宣言検討がどのように行えるのか、検討を行う。CO ₂ の見える化は LCA の算出等を想定している。
(4) 払い出し品質の安定化	前処理検討	○	○	化学物質把握内容および出口ニーズを基に、洗浄（洗濯）、裁断以外の前処理が必要となるか検討を行う。
	前処理トライ・課題抽出	—	○	前処理検討で提案された内容を実際にトライし、課題等の抽出を行う。
	出口ニーズ把握	—	○	市場調査を行い、エアバッグ布、シートベルトの出口ニーズ把握を行う。
(5) 選択肢の提供	ニーズと前処理の継続検討	—	○	ニーズと前処理の継続検討を進める。
	カタログ項目検討、作成	—	○	エアバッグ布、シートベルトをリサイクルしてもいやすいカタログ項目検討、作成を進める。

※先行検討フェーズで実施を開始した項目は先行に○、未実施は - を表示

出所：矢野経済研究所

3. 2023 年度（本格実証フェーズ）実施内容

3.1. 分別回収の効率向上

表 2-3 の 2023 年度（本格事業フェーズ）回収車両の決定に基づき、運転席・助手席にエアバッグが標準装備され、エコアールおよびリバーで入庫頻度の高い車種・型式を決定し、回収することとした。表 3-1 に回収車種および型式を示す。これらの車種において、運転席側、助手席側のエアバッグ布およびシートベルトの回収を行った。

表 3-1.回収車種および型式一覧

メーカー	車格	車種	運転・助手席のエアバッグが標準装備され入庫頻度が高い車両の型式を記載	
			2000~2009年	2010年以降
トヨタ・ダイハツ	軽自動車	タント	L375S	LA600S
		ムーヴ	L175S	LA100S
	普通車	パッソ	KGC10	NGC30
		ブリス	NHW20	ZVW30
ホンダ	軽自動車	アクティバン	HH5	HA8
		ライフ	JB1	JC1
	普通車	フィット	GD1	GE6
		ステップワゴン	RG1	RK3
日産・三菱	軽自動車	モコ	MG21S	MG33S
		eKワゴン	H81W	B11W
	普通車	ノート	E11	E12
		キューブ	BZ11	Z12

出所：矢野経済研究所

3.2. 回収品質の向上と安定化

1回目の回収においては、エコアールおよびリバーに対して、両社の回収作業の違いを確認するため、使用工具・回収方法を指示（統一）せずに回収を行ってもらった。2回目の回収は、1回目の回収結果を踏まえて回収品の品質（重量・サイズ）が同等レベルとなるように、使用工具や回収方法の統一を図り作業を行った。なお、以後個社名ではなく、A社、B社とする（順不同）。

A社では1回目の回収において、一部の自動車に搭載されている自動車脱出用のハサミを使用し、エアバッグおよびシートベルトの切断を行った。狭い場所でも作業しやすく、使い始めの切れ味が良いが、数回使用すると切れ味が悪くなるという課題がある。

B社では1回目の回収において、丸カッターおよびカッター（大）を使用し、エアバッグおよびシートベルトの切断を行った。丸カッターは刃がエアバッグに入れば、一気に切断できるため使用する作業員が多いが、最初に切り込みを入れるときにコツがいる。使い慣れるまでに少し時間がかかる。なおB社は通常は安全面から軍手又は革手袋を着用して作業を行っているが、今回は実証事業の回収作業であったため、サンプルを汚さないよう新しいゴム手袋をつけて実施した。

シートベルトについては、天井側を最大まで引き伸ばし、A社ではハサミで、B社では丸カッターないしカッターで切断後、根本側も同様に切断し回収を行った。

表 3-2.A社およびB社でのエアバッグ回収の概要

	A社	B社
作業順番	フロン回収後のELVを車上作動処理し、その後エアバッグ・SBを回収	
作業指示	エアバッグ布回収について「基本的に大きく回収する」ことを指示、作業員の判断で作業（作業員によってばらつき）	
使用手袋	ゴム手袋	軍手・革手袋
使用工具	ハサミ（車載の脱出時シートベルト切断用） 	丸カッター（オルファ社製）カッター（大） 
エアバッグ作業状況	根元付近から切断。狭い場所でも作業しやすく、使い始めの切れ味が良いが、数回使用すると切れ味が悪くなる。	根元付近から切断。丸カッターは刃がエアバッグに入れば、一気に切断できるが、最初に切り込みを入れるときにコツがいる。
シートベルト作業状況	天井側を最大まで引き伸ばし切断後、根本側も同様に切断し回収	

出所：矢野経済研究所

(1) 1回目回収

① 回収結果

・運転席エアバッグ布

図 3-1 に運転席エアバッグ布の計測方法を、表 3-3 に A 社および B 社での運転席エアバッグ布の回収結果(1回目)を示す。エアバッグ布は形状が一定でないため(特に助手席側)、広げ方や伸ばし方により長さに数 10~数 cm の誤差が発生する。そのためサイズは参考値としている。

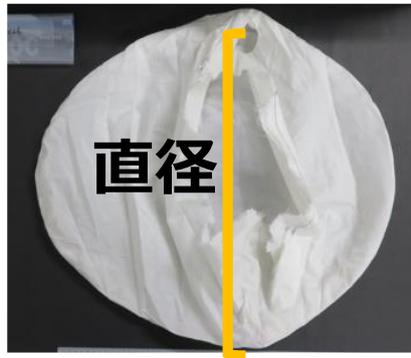


図 3-1.運転席エアバッグ布の計測方法

出所：TRC

表 3-3. A 社および B 社の運転席エアバッグ布回収結果 (1 回目)

回数	部位	車種	年代	年代	A社			B社			差異 (A社-B社)	
					色	重量 (g)	直径 (mm) ※参考値	色	重量 (g)	直径 (mm) ※参考値	重量 (g)	直径 (mm) ※参考値
1回目	運転席エアバッグ	タント	2000-2009	L375S	白	150.0	590	白	148.5	600	+1.5	-10.0
			2010以降	LA600S	車輛未確保		ピンク	141.5	610	-	-	
		ムーヴ	2000-2009	L175S	白	153.6	660	白	145.3	670	+8.3	-10.0
			2010以降	LA100S	白	122.0	610	白	121.6	610	+0.3	+0.0
		パッソ	2000-2009	KGC10	白	154.2	670	白	150.6	670	+3.6	+0.0
			2010以降	NGC30	白	159.5	590	車輛未確保		-	-	
		プリウス	2000-2009	NHW20	白	157.0	600	白	160.0	620	-3.0	-20.0
			2010以降	ZVW30	車輛未確保		白	146.0	560	-	-	
		アクティバン	2000-2009	HH5	ピンク	154.5	630	ピンク	143.0	610	+11.5	+20.0
			2010以降	HA8	車輛未確保		車輛未確保		-	-		
		ライフ	2000-2009	JB1	白	164.2	660	白	155.9	650	+8.3	+10.0
			2010以降	JC1	ピンク	172.4	680	ピンク	164.0	675	-	-
		フィット	2000-2009	GD1	ピンク	143.0	660	ピンク	141.5	640	+1.5	+20.0
			2010以降	GE6	ピンク	169.5	620	ピンク	168.0	610	+1.5	+10.0
		ステップワゴン	2000-2009	RG1	ピンク	147.4	665	ピンク	141.4	660	+6.0	+5.0
			2010以降	RK3	ピンク	179.0	670	ピンク	163.5	660	+15.5	+10.0
		モコ	2000-2009	MG21S	白	139.0	590	白	129.9	630	+9.1	-40.0
			2010以降	MG33S	白	136.5	600	白	141.6	610	-5.1	-10.0
		eKワゴン	2000-2009	H81W	白	156.0	630	白	153.0	630	+3.0	+0.0
			2010以降	B11W	白	148.0	550	車輛未確保		-	-	
ノート	2000-2009	E11	白	123.3	620	白	122.9	620	+0.4	+0.0		
	2010以降	E12	ピンク	147.5	580	ピンク	139.0	600	+8.5	-20.0		
キューブ	2000-2009	C11	白	122.5	570	白	120.0	590	+2.5	-20.0		
	2010以降	NC11	ピンク	150.5	600	ピンク	143.0	590	+7.5	+10.0		

※エアバッグ布は形状が一定でないため(特に助手席) 広げ方・伸ばし方により縦・横・長さに数cmの誤差が発生する。そのため、サイズは参考値

出所：TRC 資料等を基に矢野経済研究所作成

運転席エアバッグ布について A 社も B 社も、一部データを除き重量差はほとんどなく、同じような重量・サイズを回収できたと推測される。図 3-9 の運転席エアバッグ布の A 社および B 社の回収品（1 回目）に示したように、重量差は主に切り取り口の違いと推測される。運転席エアバッグは丸い布を二枚縫い合わせた構造であるが、図 3-3 に示したように、エアバッグ布を布素材として活用する場合は、袋状のうち、切り取り口のない部分を活用するため、それら切り口の差は問題にならないと判断した。

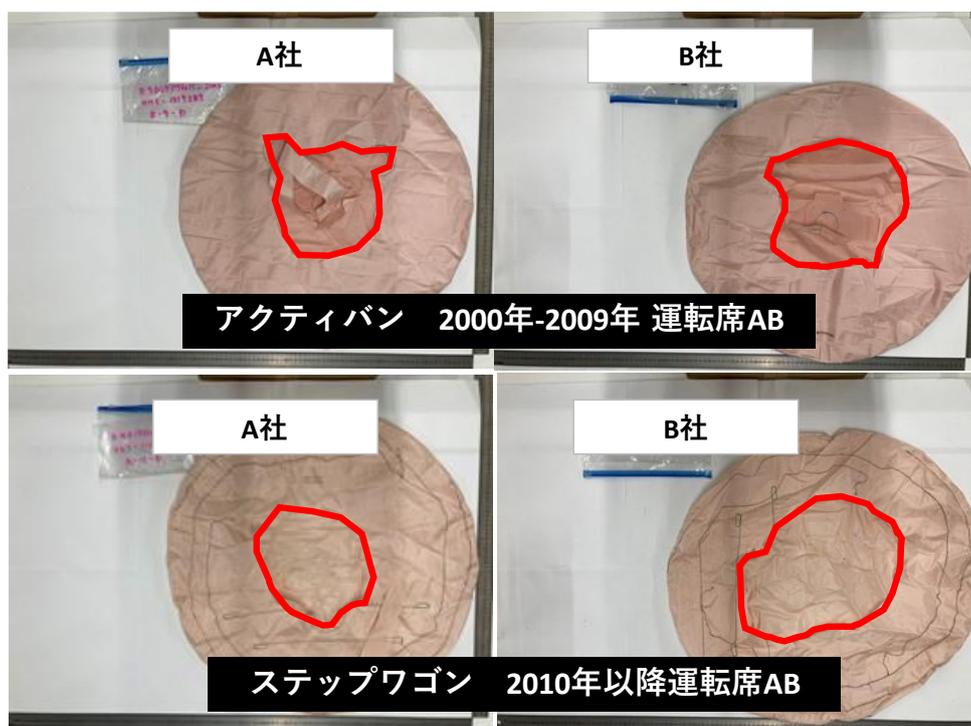


図 3-2.運転席エアバッグ布の A 社および B 社回収品（1 回目）
出所：矢野経済研究所

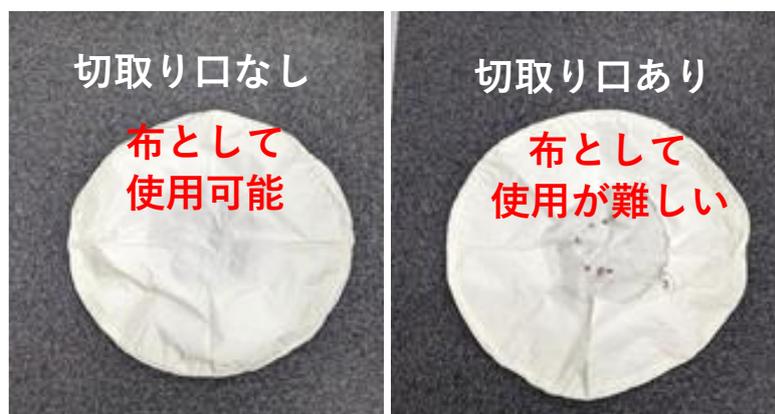


図 3-3.布としての使用について
出所：矢野経済研究所

・助手席エアバッグ布

図 3-4 に助手席エアバッグ布の計測方法を示す。計測方法については縦・横のように広げるのが難しい形状の場合、長さ・横で計測を行っている。

表 3-4 に A 社および B 社での助手席エアバッグ布回収結果（1 回目）を示す。多くの助手席側エアバッグ布において A 社と B 社の回収重量が多くのデータで 20g 以上、最大で 72g 重量差が発生している。運転席エアバッグ布と同様に切断箇所の違いによるものと推測される。回収品の例として、図 3-5 に A と社と B 社の回収品（プリウス 2000 年-2009 年助手席エアバッグ）を示す。A 社に対して B 社は 55g 重量が少ないが、それは長さ（切断箇所）の違いによるものである。



図 3-4. 助手席エアバッグ布の計測方法
出所：TRC

表 3-4. リバーおよびエコアールでの助手席エアバッグ布回収結果（1 回目）

回数	部位	車種	年代	年代	A社				B社				差異 (A社-B社)					
					色	重量 (g)	サイズ (mm) ※参考値			色	重量 (g)	サイズ (mm) ※参考値			重量 (g)	サイズ (mm) ※参考値		
							縦	横	長さ			縦	横	長さ		縦	横	長さ
1回目	助手席エアバッグ	タント	2000-2009	L375S	白	293.5	-	600	1000	白	227.5	-	600	770	+66.0	-	+0.0	+230.0
			2010以降	LA600S	車種未確保			白	162.5	-	460	570	-					
		ムーブ	2000-2009	L175S	白	228.2	620	620	460	白	189.5	630	630	400	+38.6	-10.0	-10.0	+60.0
			2010以降	LA100S	白	205.0	345	610	520	白	187.5	340	610	440	+17.5	+5.0	+0.0	+80.0
		パッソ	2000-2009	KGC10	白	201.7	540	630	530	白	174.0	530	640	410	+27.7	+10.0	-10.0	+120.0
			2010以降	NGC30	白	213.5	-	560	530	車種未確保			-					
		プリウス	2000-2009	NHW20	白	310.0	-	700	660	白	255.0	-	700	510	+55.0	-	+0.0	+150.0
			2010以降	ZVW30	車種未確保			白	250.0	-	610	660	-					
		アクティバン	2000-2009	HH5	白	167.0	-	530	500	白	152.0	-	570	510	+15.0	-	-40.0	-10.0
			2010以降	HAB	車種未確保			車種未確保			-							
		ライフ	2000-2009	JB1	白	230.8	510	630	415	白	215.3	480	640	380	+15.5	+30.0	-10.0	+35.0
			2010以降	JC1	白	332.6	440	590	530	白	295.2	440	580	460	+37.4	+0.0	+10.0	+70.0
		フィット	2000-2009	GD1	緑	309.0	-	660	720	緑	262.0	-	660	580	+47.0	-	+0.0	+140.0
			2010以降	GE6	ピンク	292.5	-	580	690	ピンク	286.5	-	620	640	+6.0	-	+0.0	+50.0
		ステップワゴン	2000-2009	RG1	白	235.0	550	590	560	白	205.2	540	590	460	+29.8	+10.0	+0.0	+100.0
			2010以降	RK3	ピンク	377.5	-	580	670	ピンク	305.5	-	640	630	+72.0	-	-60.0	+40.0
		モコ	2000-2009	MG21S	白	203.0	-	540	550	白	203.0	630	390	340	-0.0	-	+150.0	+210.0
			2010以降	MG33S	白	215.5	-	500	780	白	203.7	260	470	640	+11.8	-	+30.0	+140.0
		eKワゴン	2000-2009	H81W	緑	238.5	-	670	870	緑	139.0	-	560	630	+99.5	-	+110.0	+240.0
			2010以降	B11W	ピンク	259.0	-	570	510	車種未確保			-					
ノート	2000-2009	E11	白	247.4	510	660	500	白	224.0	500	650	370	+23.4	+10.0	+10.0	+130.0		
	2010以降	E12	ピンク	171.5	-	660	730	ピンク	161.5	-	580	600	+10.0	-	+80.0	+130.0		
キューブ	2000-2009	C11	白	277.0	-	630	590	白	231.0	-	630	430	+46.0	-	+0.0	+160.0		
	2010以降	NC11	白	237.5	-	490	610	白	198.5	-	530	510	+39.0	-	-40.0	+100.0		

※エアバッグ布は形状が一定でないため（特に助手席）広げ方・伸ばし方により縦・横・長さ数cmの誤差が発生する。そのため、サイズは参考値
一部助手席側エアバッグは縦横でうまく広げられない場合、横・長さのみ計測

出所：TRC 資料等を基に矢野経済研究所作成

図 3-6 に A 社および B 社の助手席エアバッグの回収方法と切断後のダッシュボードを示す。A 社はエアバッグを根本ギリギリから切断していたのに対して、B 社は根本より 10cm 程度手前で切断している。これはハサミのほうが狭い場所で作業しやすいため、エアバッグが飛び出しているダッシュボードの上蓋を避けて切断可能なためである。一方で丸カッターは上蓋を避けて切断が難しいため、切断箇所がハサミよりも手前になっている。

助手席エアバッグ布の縫製方法は様々あるが、3~6 枚程度の布を縫い合わせた立体的な構造であることから、切断箇所が根本より手前すぎると布として使用できる面積が減少してしまうため、可能な限り根元側から回収してもらうことが望ましい。詳しくは後述するが、2 回目以降の作業方法で変更を行った。



図 3-5. 助手席エアバッグ布の A 社および B 社の回収品 (1 回目)
出所 : (上) TRC、(下) 矢野経済研究所



図 3-6.A 社および B 社の助手席エアバッグの回収方法と切断後のダッシュボード
 出所：矢野経済研究所

・シートベルト

図 3-7 にシートベルトの計測方法を、表 3-5 に A 社および B 社でのシートベルト回収結果 (1 回目) を示す。1 回目の回収において、シートベルトは後部座席とのみ指定したため、両社で回収する場所が異なる結果となった。後部座席のシートベルトとして運転席側から回収した場合と、中央席側から回収したパターンが混在することとなったため、重量等の比較ができない。ムーヴとライフだけは両社とも運転席側からの回収のため、そのみの比較を行った。A 社のほうが B 社回収品よりも重量が重い結果となった。これは主に横の長さの違いによるものと推測される。図 3-8 に A 社と B 社回収品 (ムーヴ、ライフ : 2000 年-2009 年) を示す。A 社はシートベルト根本のボタンや折り返し部のタグも含めて回収しているのに対して、B 社はそれらの部分は除いて回収している。作業員によってはボタンやタグを異物と判断し回収しない場合や、タグ部分は厚みがあり切りにくいため回収しない場合があった。詳しくは後述するが、2 回目の作業ではこれらの部分の回収について統一を行った。



図 3-7.シートベルトの計測方法

出所 : TRC

表 3-5. A 社および B 社でのシートベルト回収結果 (1 回目)

回数	部位	車種	年代	年代	A社			B社			差異 (A社-B社)				
					色	重量 (g)	サイズ (mm) 幅 長さ	色	重量 (g)	サイズ (mm) 幅 長さ	重量 (g)	サイズ (mm) 幅 長さ			
1回目	シートベルト	ムーヴ	2000-2009	L175S	黒	163.0	47.5	2765	黒	141.1	47.5	2420	+21.9	+0.0	+345.0
			2010以降	LA100S	黒	158.6	46.5	2715	黒	137.4	46.5	2350	+21.2	+0.0	+365.0
		ライフ	2000-2009	JB1	濃い灰色	154.1	50.0	2410	濃い灰色	128.0	49.0	2060	+26.1	+1.0	+350.0
			2010以降	JC1	薄い灰色	156.7	47.5	2630	薄い灰色	147.7	47.5	2475	+8.9	+0.0	+155.0

出所 : TRC

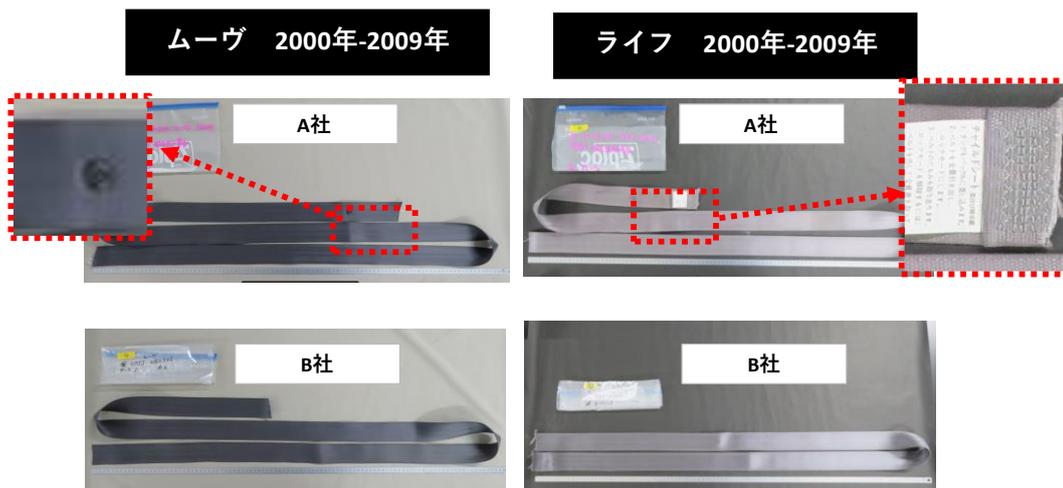


図 3-8. シートベルトの A 社と B 社回収品 (1 回目)

出所：矢野経済研究所

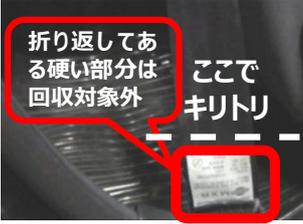
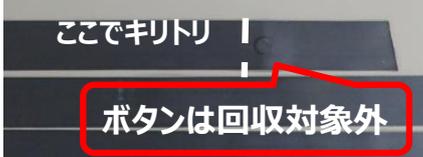
(2) 回収方法の統一

先述したようにハサミを使用したほうが、切断面をコントロールしやすく、より根元から切断することができるが、丸カッターのほうが作業時間が早く、安全性も高い。同一車種でないため、厳密な比較ではないが、運転席のエアバッグ布切断において、ハサミでは約 30 秒かかったのに対して、丸カッターでは約 10 秒と 1/3 の時間で切断可能である。助手席側のエアバッグ布ではハサミは約 65 秒かかったのに対して、丸カッターは約 10 秒と 1/6 以下の時間である。そのため、2 回目の回収においては両者とも丸カッターおよびカッターを使用し回収してもらうこととした。

エアバッグ布は運転席、助手席側の 2 種類を対象とし、可能な限りエアバッグ布の根元を切断し回収するようお願いをした。特に助手席について B 社は手前側から回収していたことから、可能な範囲で根元側から回収してもらうこととした。

シートベルトは後部座席の中央席を対象とし、仮に中央席にシートベルトがない車両の場合は、後部座席の運転席側を回収してもらうこととした。天井側は最大限まで引き伸ばしスリップガイドの隙を狙って切断し、バックル側は根本のタグなどの部分は回収せず切断してもらうこととした。

表 3-6.統一した回収方法・工具

	エアバッグ布回収	SB回収
使用工具	丸カッター 	丸カッター又は一般的なカッター 
回収箇所	運転席・助手席	後部座席・中央席 ※中央席に搭載されていない車両（軽自動車等）は、後部座席・運転席側のシートベルトを回収する。
切断方法	(可能な限り) エアバッグ布の根本を切断し回収   可能な範囲で根元から刃を入れる	天井側は、最大まで引き伸ばし、スリップガイドの隙を狙って切断し、回収する。 バックル側は、根本（折り返してある硬い部分）は回収せず、切断する。  

出所：矢野経済研究所

(3) 2 回目回収

① 回収結果

・運転席エアバッグ布

表 3-7 に A 社および B 社での運転席エアバッグ布の回収結果（2 回目）を示す。運転席エアバッグ布について A 社も B 社も、一部データを除き重量差はほとんどなく、同じような重量・サイズを回収できたと推測される。図 3-9 に運転席エアバッグ布の A 社および B 社回収品（2 回目）を示す。先述したように、重量差は主にエアバッグの切り取り口の違いによるものと推測されるが、布として使用する部分は問題なく回収できている。

表 3-7. A 社および B 社での運転席エアバッグ布回収結果（2 回目）

回数	部位	車種	年代	年代	A社			B社			差異 (A社-B社)	
					色	重量 (g)	直径 (mm) ※参考値	色	重量 (g)	直径 (mm) ※参考値	重量 (g)	直径 (mm) ※参考値
2回目	運転席エアバッグ	タント	2000-2009	L375S	白	153.5	650	白	148.5	650	+5.0	+0.0
			2010以降	LA600S	ピンク	145.5	600	ピンク	142.0	620	+3.5	-20.0
		ムーヴ	2000-2009	L175S	白	162.0	620	白	147.0	620	+15.0	+0.0
			2010以降	LA100S	白	126.5	580	白	118.5	560	+8.0	+20.0
		パッソ	2000-2009	KG10	車種未確保			車種未確保			-	
			2010以降	NGC30	車種未確保			車種未確保			-	
		プリウス	2000-2009	NHW20	白	174.0	640	車種未確保			-	
			2010以降	ZVW30	白	141.0	600	車種未確保			-	
		アクティバン	2000-2009	HH5	車種未確保			ピンク	152.0	630	-	
			2010以降	HA8	車種未確保			車種未確保			-	
		ライフ	2000-2009	JB1	白	169.5	630	白	154.5	630	+15.0	+0.0
			2010以降	JC1	ピンク	183.5	670	ピンク	168.5	660	+15.0	+10.0
		フィット	2000-2009	GD1	ピンク	143.0	630	ピンク	141.0	660	+2.0	-30.0
			2010以降	GE6	ピンク	163.0	630	ピンク	169.5	630	-6.5	+0.0
		ステップワゴン	2000-2009	RG1	ピンク	147.5	660	ピンク	140.5	660	+7.0	+0.0
			2010以降	RK3	ピンク	187.5	670	ピンク	178.0	660	+9.5	+10.0
		モコ	2000-2009	MG21S	白	151.5	590	白	144.0	580	+7.5	+10.0
			2010以降	MG33S	白	136.5	620	白	128.0	610	+8.5	+10.0
		eKワゴン	2000-2009	H81W	白	157.0	650	白	154.0	630	+3.0	+20.0
			2010以降	B11W	白・水玉	142.0	570	車種未確保			-	
		ノート	2000-2009	E11	白	126.5	580	白	136.0	570	-9.5	+10.0
			2010以降	E12	車種未確保			ピンク	144.0	590	-	
		キューブ	2000-2009	C11	白	126.0	600	白	123.5	570	+2.5	+30.0
			2010以降	NC11	ピンク	149.5	600	ピンク	147.5	600	+2.0	+0.0

※エアバッグ布は形状が一定でないため（特に助手席）広げ方・伸ばし方により縦・横・長さ数cmの誤差が発生する。そのため、サイズは参考値

出所：矢野経済研究所

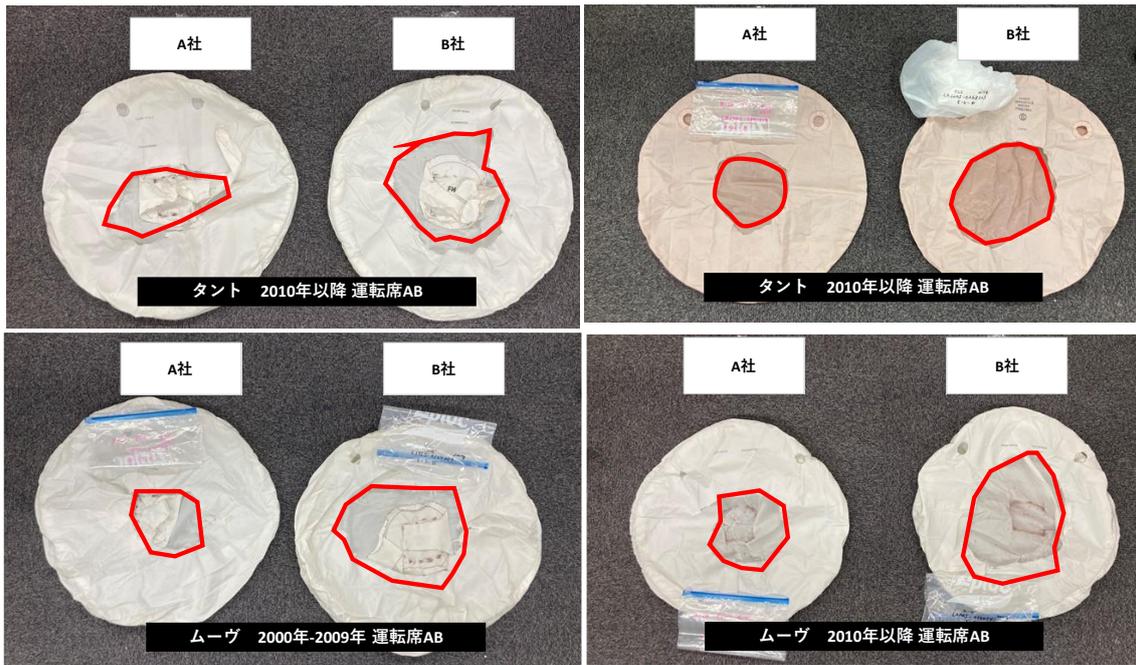


図 3-9. 運転席エアバッグ布の A 社および B 社回収品 (2 回目)

出所：矢野経済研究所

・助手席エアバッグ布

表 3-8 に A 社および B 社での助手席エアバッグ布回収結果（2 回目）を示す。表 3-9 に助手席エアバッグ布の 1 回目および 2 回目データ比較（A 社-B 社の差異、A 社、B 社）を示す。A 社-B 社の値について、1 回目と比較し 2 回目では 15 データ中 10 データで差異が縮小又は同一であった。つまり回収方法の統一により、2 社の回収重量差が縮まったということである。なお、A 社および B 社それぞれの 1 回目と 2 回目回収重量比較を行ったところ、A 社では 17 データ中 14 データで 2 回目のほうが回収重量が増加、B 社では 19 データ中 17 データで 2 回目のほうが回収重量が増加した。回収方法の統一により A 社 B 社の回収品の重量レベルを近づけただけでなく、各社の回収重量も概ね増加させることができた。図 3-10 に助手席エアバッグ布の A 社および B 社回収品（2 回目）を示す。

表 3-8. A 社および B 社での助手席エアバッグ布回収結果（2 回目）

回数	部位	車種	年代	年代	A社				B社				差異 (A社-B社)					
					色	重量 (g)	サイズ (mm)			色	重量 (g)	サイズ (mm)			重量 (g)	サイズ (mm)		
							縦	横	長さ			縦	横	長さ		縦	横	長さ
2回目	助手席エアバッグ	タント	2000-2009	L375S	白	341.5	—	570	990	白	229.5	—	570	850	+21.2	—	+0.0	+140.0
			2010以降	LA600S	白	191	—	480	700	白	166.5	—	490	660	+24.5	—	-10.0	+40.0
		ムーヴ	2000-2009	L175S	白	223.0	—	570	660	白	199.0	—	570	630	+24.0	—	+0.0	+30.0
			2010以降	LA100S	白	215.0	—	500	720	白	203.0	—	500	720	+12.0	—	+0.0	+0.0
		パッソ	2000-2009	KGC10	車種未確保				車種未確保				+0.0	—	+0.0	+0.0		
			2010以降	NGC30	車種未確保				車種未確保				—	—	—	—		
		プリウス	2000-2009	NHW20	白	357.0	—	700	690	車種未確保				—	—	—	—	
			2010以降	ZVW30	車種未確保				白	238.0	—	600	670	—	—	—	—	
		アクティバン	2000-2009	HH5	車種未確保				白	163.5	—	620	570	—	—	—	—	
			2010以降	HA8	車種未確保				車種未確保				—	—	—	—		
		ライフ	2000-2009	JB1	白	247.5	—	560	700	白	220.5	—	560	620	+27.0	—	+0.0	+80.0
			2010以降	JC1	白	350	—	630	650	白	299.0	—	580	740	+51.0	—	+50.0	-90.0
		フィット	2000-2009	GD1	緑	325.0	—	710	640	緑	300.5	—	740	640	+24.5	—	-30.0	+0.0
			2010以降	GE6	ピンク	287.0	—	620	740	ピンク	294.5	—	610	740	-7.5	—	+10.0	+0.0
		ステップワゴン	2000-2009	RG1	白	269.5	—	660	780	白	239.5	—	670	650	+30.0	—	-10.0	+130.0
			2010以降	RK3	ピンク	387.5	—	530	780	ピンク	339.0	—	520	780	+48.5	—	+10.0	+0.0
		エコ	2000-2009	MG21S	白	216.5	—	620	600	白	194.0	—	510	720	+22.5	—	+110.0	-120.0
			2010以降	MG33S	白・水色	233.0	—	460	830	白・水色	227.5	—	460	850	+5.5	—	+0.0	-20.0
		eKワゴン	2000-2009	H81W	緑	241.5	—	670	860	緑	204.0	—	670	860	+37.5	—	+0.0	+0.0
			2010以降	B11W	ピンク	260.0	—	570	700	車種未確保				—	—	—	—	
		ノート	2000-2009	E11	白	264.0	—	680	660	白	227.5	—	570	560	+36.5	—	+110.0	+100.0
			2010以降	E12	車種未確保				ピンク	176.5	—	610	710	—	—	—	—	
		キューブ	2000-2009	C11	白	258.5	—	500	670	白	271.0	—	500	670	-12.5	—	+0.0	+0.0
			2010以降	NC11	白	254.5	—	500	650	白	246.0	—	500	560	+8.5	—	+0.0	+90.0

※エアバッグ布は形状が一定でないため（特に助手席）広げ方・伸ばし方により縦・横・長さの数cmの誤差が発生する。そのため、サイズは参考値
一部助手席側エアバッグは縦横でうまく広げられない場合、横・長さのみ計測

出所：矢野経済研究所

表 3-9. 助手席エアバッグ布の1回目および2回目データ比較
(A社・B社の差異、A社、B社)

助手席側 エアバッグ布	(A社-B社)の差異			A社1回目と2回目比較			B社1回目と2回目比較		
	1回目	2回目	重量差異	1回目	2回目	(1回目- 2回目) 重量差異	1回目	2回目	(1回目- 2回目) 重量差異
	重量 (g)	重量 (g)		重量 (g)	重量 (g)		重量 (g)	重量 (g)	
L375S	+66.0	+21.2	縮小	293.5	341.5	-48.0	227.5	229.5	-2.0
LA600S	-	+24.5	—	-	191	—	162.5	166.5	-4.0
L175S	+38.6	+24.0	縮小	228.2	223.0	5.2	189.5	199.0	-9.5
LA100S	+17.5	+12.0	縮小	205.0	215.0	-10.0	187.5	203.0	-15.5
KGC10	+27.7	0	縮小	201.7	-	—	174.0	-	—
NGC30	-	-	—	213.5	-	—	-	-	—
NHW20	+55.0	-	—	310.0	357.0	-47.0	255.0	-	—
ZVW30	-	-	—	-	-	—	250.0	238.0	12.0
HH5	+15.0	-	—	167.0	-	—	152.0	163.5	-11.5
HA8	-	-	—	-	-	—	-	-	—
JB1	+15.5	+27.0	拡大	230.8	247.5	-16.7	215.3	220.5	-5.2
JC1	37.44	+51.0	拡大	332.6	350	-17.4	295.2	299.0	-3.8
GD1	+47.0	+24.5	縮小	309.0	325.0	-16.0	262.0	300.5	-38.5
GE6	+6.0	-7.5	拡大	292.5	287.0	5.5	286.5	294.5	-8.0
RG1	+29.8	+30.0	拡大	235.0	269.5	-34.5	205.2	239.5	-34.3
RK3	+72.0	+48.5	縮小	377.5	387.5	-10.0	305.5	339.0	-33.5
MG21S	-0.0	+22.5	拡大	203.0	216.5	-13.5	203.0	194.0	9.0
MG33S	+11.8	+5.5	縮小	215.5	233.0	-17.5	203.7	227.5	-23.8
H81W	+99.5	+37.5	縮小	238.5	241.5	-3.0	139.0	204.0	-65.0
B11W	-	-	—	259.0	260.0	-1.0	-	-	—
E11	+23.4	+36.5	拡大	247.4	264.0	-16.6	224.0	227.5	-3.5
E12	+10.0	-	—	171.5	-	—	161.5	176.5	-15.0
C11	+46.0	-12.5	縮小	277.0	258.5	18.5	231.0	271.0	-40.0
NC11	+39.0	+8.5	縮小	237.5	254.5	-17.0	198.5	246.0	-47.5
差異が縮小又は同一だったデータ			10	2回目重量増加		14	2回目重量増加		17
差異が拡大したデータ			5	2回目重量が減少		3	2回目重量が減少		2
比較可能合計データ			15	比較可能合計データ		17	比較可能合計データ		19

出所：矢野経済研究所

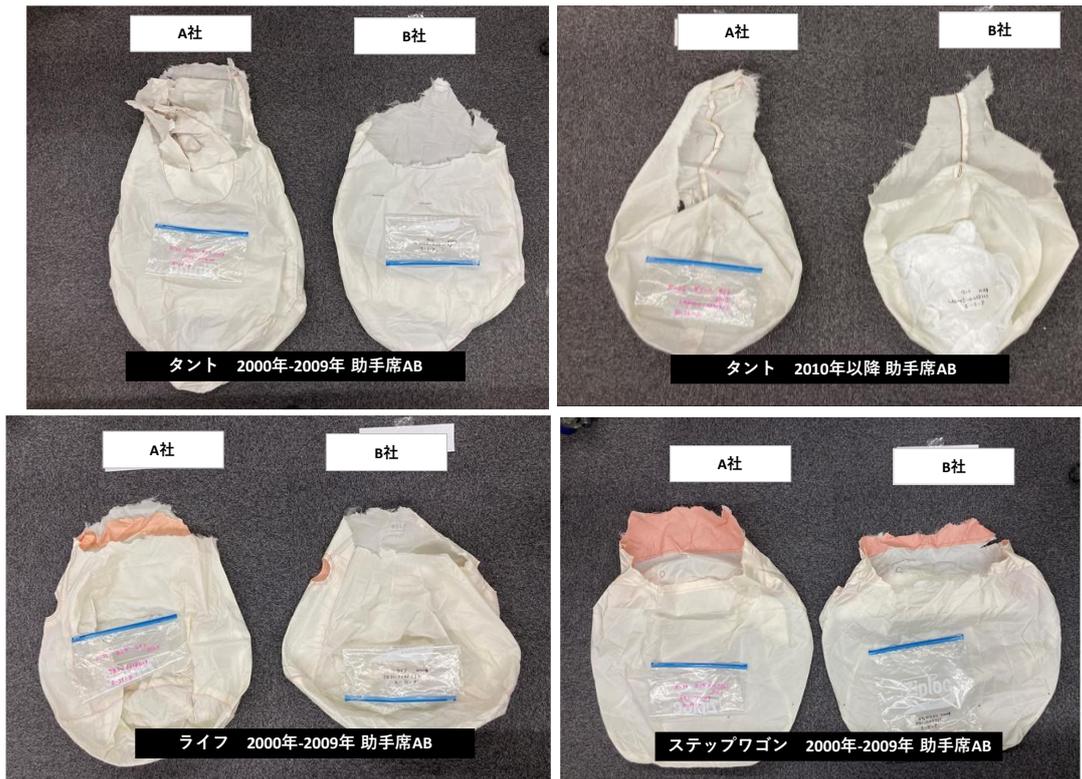


図 3-10. 助手席エアバッグ布の A 社および B 社回収品 (2 回目)

出所：矢野経済研究所

・シートベルト

表 3-10 に A 社および B 社での助手席エアバッグ布回収結果（2 回目）を示す。1 回目との比較はできないが、A 社も B 社も、一部データを除き重量差はほとんどなく、同じような重量・長さを回収できた。

表 3-10.A 社および B 社でのシートベルト回収結果（2 回目）

回数	部位	車種	年代	年代	A社			B社			差異 (A社-B社)				
					色	重量 (g)	サイズ (mm)		色	重量 (g)	サイズ (mm)		重量 (g)	サイズ (mm)	
							幅	長さ			幅	長さ		幅	長さ
2回目	シートベルト	タント	2000-2009	L375S	灰色	159.5	500	2850	灰色	156.5	500	2770	+3.0	+0.0	+80.0
			2010以降	LA600S	灰色	159.5	500	2800	灰色	159.5	500	2800	+0.0	+0.0	+0.0
		ムーブ	2000-2009	L175S	灰色	164.0	500	2780	灰色	161.0	500	2760	+3.0	+0.0	+20.0
			2010以降	LA100S	灰色	162.5	500	2740	灰色	163.0	500	2820	-0.5	+0.0	-80.0
		パッソ	2000-2009	KGC10	灰色	67.0	500	1000	車種未確保						
			2010以降	NGC30	車種未確保			車種未確保							
		プリウス	2000-2009	NHW20	灰色	122.5	500	2200	車種未確保						
			2010以降	ZVW30	車種未確保			灰色	132.0	500	2310				
		アクティバン	2000-2009	HH5	車種未確保			茶色	178.5	500	2820				
			2010以降	HA8	車種未確保			車種未確保							
		ライフ	2000-2009	JB1	茶色	149.5	500	2400	茶色	150.5	500	2400	-1.0	+0.0	+0.0
			2010以降	JC1	茶色	138.5	500	2220	茶色	158.5	500	2660	-20.0	+0.0	-440.0
		フィット	2000-2009	GD1	灰色	74.0	500	1220	灰色	54.0	500	900	+20.0	+0.0	+320.0
			2010以降	GE6	茶色	61.5	500	1000	灰色	69.0	500	1130	-7.5	+0.0	-130.0
		ステップワゴン	2000-2009	RG1	茶色	64.0	500	1100	灰色	55.5	500	910	+8.5	+0.0	+190.0
			2010以降	RK3	灰色	166.0	500	2850	灰色	139.5	500	2480	+26.5	+0.0	+370.0
		モコ	2000-2009	MG21S	灰色	141.5	500	2490	灰色	155.0	500	2740	-13.5	+0.0	-250.0
			2010以降	MG33S	灰色	144.0	500	2500	灰色	151.5	500	2580	-7.5	+0.0	-80.0
		eKワゴン	2000-2009	H81W	茶色	138.5	500	2420	茶色	137.0	500	2410	+1.5	+0.0	+10.0
			2010以降	B11W	黒	148.5	500	2540	車種未確保						
ノート	2000-2009	E11	灰色	64.5	500	1030	灰色	64.5	500	1030	+0.0	+0.0	+0.0		
	2010以降	E12	車種未確保			灰色	129.5	500	2390						
キューブ	2000-2009	C11	茶色	122.0	500	2120	茶色	54.5	500	930	+67.5	+0.0	#####		
	2010以降	NC11	茶色	154.5	500	2650	茶色	190.0	500	3250	-35.5	+0.0	-600.0		

出所：矢野経済研究所

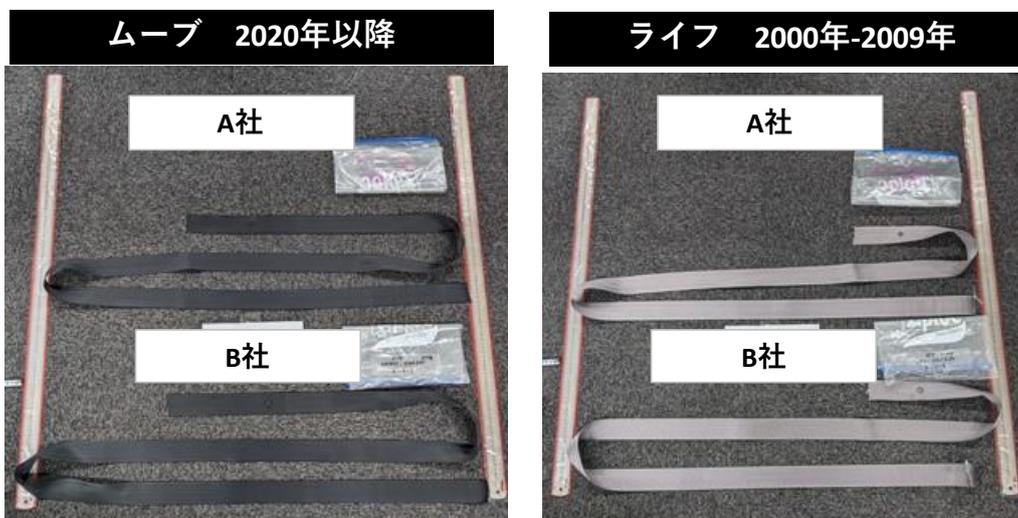


図 3-11. シートベルトの A 社と B 社回収品（2 回目）

出所：矢野経済研究所

(4) 大規模回収に向けた作業マニュアル

(2)回収方法の統一に基づき 2 回目の回収作業を行ったところ、A 社 B 社共に同等品質（重量）の運転席・助手席エアバッグ布、シートベルトを回収することができた。2024 年度の本格事業フェーズにおいては複数の解体事業者においてエアバッグ布、シートベルトの回収を行うが、同マニュアルに基づき作業を行ってもらい同等品質（重量）の回収が可能か再度確認を行っていく。

3.3. 安心・安全の提供

3.2 回収品質の向上と安定化において回収したエアバッグ布シートベルトから、目的に合わせていくつか選定し、TRCにおいて含有される化学物質の把握を、カケンテストセンターにおいて規制物質の混入がないか分析を行った。表 3-11、表 3-12 に分析品とその目的を示す。

表 3-11. エアバッグ布の分析品とその目的

メーカー	車格	車種	2000~2009年		2010年以降	
			運転席 エアバッグ	助手席 エアバッグ	運転席 エアバッグ	助手席 エアバッグ
トヨタ・ ダイハツ	軽自動車	タント			年代違い	
		ムーヴ		○		○
	普通車	パッソ				
プリウス						
ホンダ	軽自動車	アクティバン				
		ライフ	○	○	○	○
	普通車	フィット				
		ステップワゴン		○		
日産・三 菱	軽自動車	モコ		○		
		eKワゴン				軽自動車 車種違い
	普通車	ノート				
		キューブ				

出所：矢野経済研究所

表 3-12. シートベルトの分析品とその目的

メーカー	車格	車種	2000~2009年	2010年以降
			シートベルト	シートベルト
トヨタ・ ダイハツ	軽自動車	タント	○	色および メーカー 違い
		ムーヴ		
	普通車	パッソ		
プリウス				
ホンダ	軽自動車	アクティバン		
		ライフ	○	
	普通車	フィット		
ステップワゴン		○		
日産・三 菱	軽自動車	モコ	○	
		eKワゴン		
	普通車	ノート		
		キューブ		

出所：矢野経済研究所

3.3.1. 化学物質の把握

含有する化学物質の把握を行うため、有機物分析、イオン分析および無機元素分析を行った。表 3-13 に化学物質の分析方法を示す。GC/MS、LC/MS 測定では、試料を HFIP に溶解させたのちに、メタノールを添加し、ポリマーを不溶化、その後得られた上澄み液について分析を行った。一旦、HFIP に溶解させることによって、試料内部に存在する添加剤も抽出可能であり、ノンターゲットの分析を可能とする。なお、2023 年前期は、ポリマー組成も調べるために、不溶化成分も分析したが、今回は規制物質が対象ということで、低・中分子成分のみをターゲットとし、可溶物の分析を実施した。IC 測定では、超純水抽出物の分析を実施した。ICP-AES 測定では、やはり、試料内部の無機元素も対象とするために、試料（有機物）の分解・溶液化を行う必要がある。Si 以外の無機元素を対象とした場合と Si を対象とした場合で分解方法を変えて前処理を行った。なお、ICP-AES の定性分析の対象元素では図 3-12 のとおりである。

表 3-13.化学物質の分析方法

目的	手法	概要
有機物分析	GC/MS、LC/MS	試料をHFIPで溶解した後に、メタノールを添加し、ポリマーを不溶化。得られた上澄み液について分析を実施。
水抽出物分析	IC	超純水を用い、1時間振とうさせることによってイオン成分を抽出。メンブレンフィルターおよび固相抽出で夾雑物を除去したのちに分析を実施。
金属分析	ICP-AES	Si以外：試料を硫酸、硝酸、フッ化水素酸等を用いて溶解したのちに分析を実施。 Si：試料を硫酸で加圧分解/灰化。灰分を水酸化ナトリウムで融解/希硝酸で溶解したのちに分析を実施。

※GC/MS (Gas Chromatography / Mass Spectrometry)

※LC/MS (Liquid Chromatography / MS)

※HFIP (Hexafluoroisopropyl Alcohol)

※IC (Ion Chromatography)

※ICP-AES (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectroscopy)

出所：TRC

The periodic table highlights the following elements for ICP-AES analysis:

- Qualitative Analysis (E):** Li, Be, Na, Mg, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Br, Kr, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd, In, Sn, Sb, Te, I, Xe, Cs, Ba, La, Hf, Ta, W, Re, Os, Ir, Pt, Au, Hg, Tl, Pb, Bi, Po, At, Rn, Fr, Ra, Ac, Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, Lr, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu.
- Quantitative Analysis (Si):** Si.

E：定性分析の対象元素。分析値は倍半分程度の誤差を含む(有効数字1桁)

Si：別途、定量分析を実施。分析値の有効数字2桁

図 3-12. ICP-AES の定性分析の判定対象元素

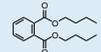
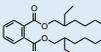
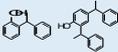
出所：TRC

(1) エアバッグ布

エアバッグ布の GC/MS 分析結果まとめを表 3-14 に示す。ポリマーは PA66 単独もしくは、PA66 と PA6 の混合物であることがわかる。計 8 試料を分析に供したが、そのうち唯一ピンク色であった試料に関しては、ポリジメチルシロキサンが検出された。このことより、ピンク色のエアバッグ布はシリコンコートされていると推定され、「色がついているエアバッグ布はシリコンコートされている」との事前の情報に間違いがないことが判明した。その他、ポリマー由来以外では、可塑剤、界面活性剤、溶剤、消泡剤などが検出された。このうち、溶媒および消泡剤はシートベルトでも検出されたため、エアバッグ等回収時の汚染であることが予想される。界面活性剤について、PA6 オリゴマーが検出された試料でのみ存在が確認されているため、PA6 中に存在する成分であると予想される。

検出された成分のうち、可塑剤に関しては、規制対象物質ではあるものの、別途カケンテストセンターにて実施した分析では、検出されていない。このことより、存在するがごく微量である、つまり、規制に対して問題のない含有量であると考えられる。

表 3-14.エアバッグ布の GC/MS 分析結果まとめ

分類	成分名	構造	軽自動車					普通車		備考
			運転席		助手席			2009前	2009前	
			2009前	2010後	2009前		2010後			
白	ピンク	白	白	白	白	白				
樹脂	ナイロン66 環状オリゴマー など		○	○	○	○	○	○	○	
	ナイロン6 モノマー		○	-		○	○	○	○	
Siコート	Polydimethylsiloxane (PDMS)		-	○	-	-	-	-	-	ピンクのみ検出
可塑剤	Dibutyl phthalate		○	○	○	○	○	○	○	SBでも検出
	Bis(2-ethylhexyl) phthalate		○	○	○	○	○	○	○	SBでも検出
界面活性 剤	N,N-dimethyl-n- alkylamine		○	-	-	○	○	○	○	
不明	styrlated phenol		-	-	-	○	○	○	○	
溶剤	Butylcarbitol acetate		○	△	○	○	○	○	○	SBでも検出
消泡剤	Surfynol		○	△	○	○	○	○	○	SBでも検出

出所：TRC

エアバッグ布の LC/MS 測定にて、GC/MS で検出された成分以外についてまとめた結果を表 3-15 に示す。界面活性剤、離型剤、防腐剤、脂肪族カルボン酸などが検出されたが、いずれもごく微量成分と推定される。

エアバッグのインフレーターとして一般的に硝酸グアニジウムが使用される。硝酸イオンやグアニジウムイオンが検出されるかどうか、また、その他のアニオン・カチオン性イオンについて調べるために、IC 測定を行った。エアバッグ布の IC 分析結果を表 3-16 に示す。分析の結果、インフレーター由来のイオンは検出されなかった。塩素イオンや臭素イオンが比較的多く検出される試料が存在したが、その理由については不明である。

表 3-15. エアバッグ布の LC/MS 分析結果 (GC/MS 検出成分以外) まとめ

分類	成分名	構造	軽自動車							普通車
			運転席		助手席					
			2009前	2010後	2009前			2010後		2009前
			白	ピンク	白	白	白	白	白	白
界面活性剤	Alkyl alcohol EO付加物		○	○	-	○	○	○	○	○
離型剤	脂肪族アミド など		○	-	-	○	○	○	-	-
防腐剤	Benzotriazole		-	-	-	○	△	○	-	-
その他	脂肪族カルボン酸 (水酸基含有)		-	-	○	-	○	○	-	-

出所：TRC

表 3-16.エアバッグ布の IC 分析結果

単位：μg/g

分類	成分名	軽自動車							普通車
		運転席		助手席					
		2009前	2010後	2009前			2010後		2009前
		白	ピンク	白	白	白	白	白	白
アニオン	F-	7	9	2	2	4	3	3	2
	酢酸	7	6	10	3	7	5	9	6
	ギ酸	5	3	4	2	8	5	9	4
	Cl-	60	20	10	200	90	40	50	40
	NO2-	60	7	50	1	40	30	10	5
	Br-	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	100	2	<0.5
	NO3-	10	1	1	4	6	2	8	10
	SO42-	20	3	10	10	20	20	20	20
	シュウ酸	1	<0.5	<0.5	0.8	1	0.8	2	1
PO43-	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
カチオン	NH4+	2	1	3	<0.5	0.6	3	1	<0.5
	グアニジウムイオン	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	<1
	各種アミン	下限以下	下限以下	下限以下	下限以下	下限以下	下限以下	下限以下	下限以下

出所：TRC

エアバッグ布の ICP-AES 測定を行った結果を表 3-17 に示す。まず、全ての試料で Cu が検出されているが、これは、PA66 の耐熱材および/もしくはインフレーター（硝酸銅など）由来と推定される。次に、ピンク色のエアバッグに関しては、その他試料よりも Si、Ti、Fe の含有量が多い。Si はシリコンコート層、Ti、Fe はそれぞれシリコンコート層に存在する酸化チタンおよび弁柄（顔料・酸化鉄）由来と推定される。Na や K に関しては、環境からも混入するため、もともと優位に存在するのかコンタミネーションとして存在するのかは不明である。一方で、Sr（ストロンチウム）が優位に多く検出された試料が存在した。硝酸グアニジン系インフレーターにおいては、酸化剤として硝酸 Sr が使用される場合があるため、これはインフレーター由来の可能性はある。Sr は一般的に毒性が低いとされているが、水と反応し、水酸化 Sr になった場合、強アルカリを呈する恐れがあるため、存在の有無については注意が必要かもしれない。

表 3-17. エアバッグ布の ICP-AES 定性分析結果

単位：μg/g

元素	軽自動車						普通車	
	運転席		助手席					
	2009前	2010後	2009前			2010後		2009前
	白	ピンク	白	白	白	白	白	白
Na	50	50	10	8	100	10	50	30
Mg	9	5	4	6	8	3	1	3
Al	200	300	10	20	400	40	100	10
Si	610	50000	190	200	550	240	390	260
P	<4	70	40	<4	<4	<4	<4	<4
K	300	600	300	600	700	300	100	100
Ca	10	3	7	30	5	3	3	10
Ti	<1	100	<1	10	<1	<1	<1	1
Cr	4	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Mn	0.4	0.2	<0.2	0.5	0.4	<0.2	<0.2	0.2
Fe	20	200	4	20	70	6	3	10
Ni	2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1
Cu	60	400	500	70	70	200	400	70
Zn	3	10	9	10	6	80	20	10
Sr	100	1	0.9	2	600	0.4	60	60
Zr	2	5	2	10	6	2	3	7
Sb	<2	<2	<2	5	<2	<2	<2	<2
Ba	3	0.4	<0.2	1	10	<0.2	0.8	1
W	<2	<2	4	<2	<2	10	<2	<2

出所：TRC

(2) シートベルト

シートベルト布の GC/MS 分析結果まとめを表 3-18 に示す。まず、ポリマーは PET であると推定される。その他にも、染料、可塑剤、離型剤、溶剤、消泡剤が主に検出された。また、ポリマー分解物と予想される成分も検出された。検出された成分のうち、可塑剤および染料に関して、構造によっては規制対象物質になりえる。また、エアバッグと異なり、黒、茶、灰色など目視で色がついているため、染料はある程度の用が存在すると考えられる。ただし、別途カケンテストセンターにて実施した分析では、可塑剤は検出されず、また、規制対象となりうる染料は検出されていない。このことより、規制に対しては問題のない化合物および含有量であるといえる。

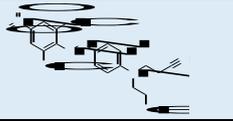
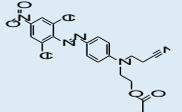
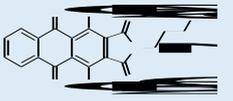
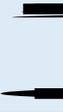
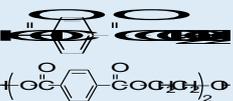
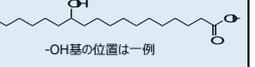
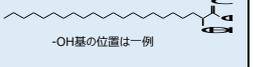
表 3-18. シートベルト布の GC/MS 分析結果まとめ

分類	成分名	構造	軽自動車			
			2009前			
			黒	灰	茶	茶
樹脂	PET二量体、オリゴマー		○	○	○	○
染料	・Disperse Red 60 (赤) ・C19H12N2O2 (青)		○	○	○ C ₁₉ H ₁₂ N ₂ O ₂ のみ	○
可塑剤	・Dibutyl phthalate ・Bis(2-ethylhexyl) phthalate		○	○	○	○
	Bis(2-ethylhexyl) fumarate		-	-	○	-
	脂肪族アルコール		○ (少)	○ (中)	○ (少)	○ (中)
	脂肪族炭化水素		-	-	-	○
	含ハロゲン(I等)化合物	など		○	○	○
離型剤	パルミチン酸	CH ₃ (CH ₂) ₁₄ COOH	○	○	○	○
	Benzyl benzoate		○	-	-	-
樹脂	HMDI		-	○	-	-
	Binaphthyl sulfone		○ (少)	○ (少)	-	-
	多価アルコール		-	-	○	-
溶剤	Butylcarbitol acetate		○	○	○	△
消泡剤	Surfynol		○	○	○	○

出所：TRC

シートベルトの LC/MS 測定にて、GC/MS で検出された成分以外についてまとめた結果を表 3-19 に示す。染料、PET オリゴマー、界面活性剤、可塑剤などが検出された。上述のように、可塑剤や染料は規制対象物質になりえるが、カケンテストセンターの分析結果と合わせると、問題のない化合物および含有量であるといえる。

表 3-19.シートベルトの LC/MS 分析結果 (GC/MS 検出成分以外) まとめ

分類	成分名	構造	軽自動車			
			2009前			
			黒	灰	茶	茶
染料	C17H15Cl2N5O3 (黄)		○	-	-	○
	Disperse Orange 30 (オレンジ)		○	○	-	○
	Disperse Blue 60 (青)		○	-	-	
	Disperse Blue 56 (青)		○	-	-	
樹脂	オリゴマー		○	○	○	○
界面活性剤	Alkyl alcohol EO付加物		-	-	○	○
可塑剤	脂肪酸		○	○	○	○
	脂肪酸アミド (Erucamide)		○	○	○	○
	ジカルボン酸	$\text{HOOC-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$	-	○	○	○
	脂肪酸カルボン酸 (水酸基含有)	 -OH基の位置は一例	-	○	-	○
その他	脂肪酸カルボン酸 (水酸基含有)	 -OH基の位置は一例	-	○	○	○

出所：TRC

シートベルトの ICP-AES 定性分析結果を表 3-20 に示す。全ての試料で、Ti および Sb が検出されたが、それぞれ酸化チタンおよび PET 合成時の触媒由来と推定された。Sb に関しては、後述のカケンテストセンターでの水抽出では抽出されなかったことより、PET 中にとどまっている可能性がある。その他、Na や K など環境からもコンタミするような元素も比較的多く検出された。

表 3-20. シートベルトの ICP-AES 定性分析結果

単位：μg/g

元素	軽自動車			
	2009前			
	黒	灰	茶	茶
Na	30	100	300	60
Mg	4	9	10	3
Al	6	30	40	5
P	5	50	30	5
K	5	70	100	20
Ca	30	30	60	10
Ti	400	400	400	400
Mn	0.3	90	40	<0.2
Fe	7	20	30	3
Zn	2	3	8	1
Sr	<0.2	0.5	0.4	5
Zr	<0.2	<0.2	<0.2	0.2
Nb	1	1	1	1
Sb	300	400	200	300
Ba	0.2	0.4	0.6	<0.2

出所：TRC

3.3.2. 規制物質の把握

規制物質の把握を行うため、用途展開見込み先の一つであるアパレル・フットウェア製品に使用される化学規制物質のリスト（Restricted Substances List, RSL）の AFRIM を用いて、規制物質の含有有無の確認を行った。リスト一覧を表 3-22、表 3-23、表 3-24、表 3-25、表 3-26、表 3-27、表 3-28 に示す。

基準値を超えた規制物質を表 3-21 に示す。一部のエアバッグ布で酸性とアルカリ性物質（pH）、重金属である銅の溶出量が基準値を超えているものがあつた。この要因は主に硝煙由来のものと推測される。シートベルトについては全て基準値未満であつた。

基準値を超えたものに関して水洗浄を行い、再度 pH 値および銅の値を調査したところ、基準値内に収まつた。

表 3-21. 基準値を超えた規制物質

車 格 :		軽自動車														普通車	
部 位 :		運転席側				助手席側											
年 式 :		2009年以前		2010年以降		2009年以前				2010年以降				2009年以前			
総合判定		FAIL		FAIL		FAIL		PASS		FAIL		PASS		FAIL		PASS	
試験項目	基準値	判定	結果	判定	結果	判定	結果	判定	結果	判定	結果	判定	結果	判定	結果	判定	結果
酸性とアルカリ性物質 (pH)	4.0-7.5	×	8.2	×	7.6	○	6.3	○	6.6	×	9.1	○	6.3	○	6.5	○	6.5
銅 (Cu)	大人 : 50 ppm 子供/乳幼児 : 25 ppm	○	38 mg/kg	×	170 mg/kg	×	70 mg/kg	○	6 mg/kg	○	16 mg/kg	○	35 mg/kg	×	53 mg/kg	○	8 mg/kg

出所 : カケンテストセンター

表 3-22.アパレル・フットウェア製品での規制物質一覧 (AFIRM RSL2023) (1/7)

試験項目	基準値
酸性とアルカリ性物質 (pH)	4.0-7.5
アルキルフェノール(AP) と アルキルフェノールエトキシレート (APEO)	APs+APEOs合計 : 100 ppm
ノニルフェノール (NP)およびその異性体	APs合計 :
オクチルフェノール (OP)およびその異性体	10 ppm
ノニルフェノールエトキシレート (NPEOs)およびその異性体	—
オクチルフェノールエトキシレート(OPEOs)およびその異性体	—
アゾ・アミン類とアリルアミン塩	
4-ビフェニルアミン	各20 ppm
ベンジジン	
4-クロロ- <i>o</i> -トルイジン	
2-ナフチルアミン	
<i>o</i> -アミノアゾトルエン	
2-アミノ-4-ニトロトルエン	
<i>p</i> -クロロアニリン	
2,4-ジアミノアニソール	
4,4'-ジアミノジフェニルメタン	
3,3'-ジクロロベンジジン	
3,3'-ジメトキシベンジジン	
3,3'-ジメチルベンジジン	
3,3'-ジメチル-4,4'-ジアミノジフェニルメタン	
<i>p</i> -クレシジン	
4,4'-メチレン-ビス-(2-クロロアニリン)	
4,4'-オキシジアニリン	
4,4'-チオジアニリン	
<i>o</i> -トルイジン	
2,4-トルイレンジアミン	
2,4,5-トリメチルアニリン	
2,4 キシリジン	
2,6 キシリジン	
2-メトキシアニリン (= <i>o</i> -アニシジン)	
<i>p</i> -アミノアゾベンゼン	
4-クロロ- <i>o</i> -トルイジン塩酸塩	
2-ナフタレンアミン酢酸塩	
4-メトキシ- <i>m</i> -フェニレンジアンモニウム硫酸塩	
2,4,5-トリメチルアニリン塩酸塩	

出所 : AFIRM RSL2023

表 3-23. アパレル・フットウェア製品での規制物質一覧 (AFIRM RSL2023) (2/7)

試験項目	基準値	
ビスフェノール類		
ビスフェノール A (BPA)	1 ppm	
ビスフェノール S (BPS)	-	
ビスフェノール B (BPB)	-	
ビスフェノール F (BPF)	-	
ビスフェノール AF (BPAF)	-	
クロロフェノール類		
2,3,4-トリクロロフェノール (TriCP)	各0.5 ppm	
2,3,5-トリクロロフェノール (TriCP)		
2,3,6-トリクロロフェノール (TriCP)		
2,4,5-トリクロロフェノール (TriCP)		
2,4,6-トリクロロフェノール (TriCP)		
3,4,5-トリクロロフェノール (TriCP)		
2,3,4,5-テトラクロロフェノール (TeCP)		
2,3,4,6-テトラクロロフェノール (TeCP)		
2,3,5,6-テトラクロロフェノール (TeCP)		
ペンタクロロフェノール (PCP) とその塩およびそのエステル		
塩素化ベンゼン類および塩素化トルエン類(COCs)		
2-クロロトルエン		各1 ppm
3-クロロトルエン		
4-クロロトルエン		
2,3-ジクロロトルエン		
2,4-ジクロロトルエン		
2,5-ジクロロトルエン		
2,6-ジクロロトルエン		
3,4-ジクロロトルエン		
2,3,6-トリクロロトルエン		
2,4,5-トリクロロトルエン		
2,3,4,5-テトラクロロトルエン		
2,3,4,6-テトラクロロトルエン		
2,3,5,6-テトラクロロトルエン		
ペンタクロロトルエン		
1,3-ジクロロベンゼン		
1,4-ジクロロベンゼン		
1,2,3-トリクロロベンゼン		
1,2,4-トリクロロベンゼン		
1,3,5-トリクロロベンゼン		
1,2,3,4-テトラクロロベンゼン		
1,2,3,5-テトラクロロベンゼン		
1,2,4,5-テトラクロロベンゼン		
ペンタクロロベンゼン		
ヘキサクロロベンゼン		
p-クロロベンゾトリクロリド		
ベンゾトリクロリド		
塩化ベンジル		
1,2-ジクロロベンゼン	10 ppm	

出所 : AFIRM RSL2023

表 3-24. アパレル・フットウェア製品での規制物質一覧 (AFIRM RSL2023) (3/7)

試験項目	基準値
染料 (禁止染料と分散染料)	
C.I.ディスパースブルー1	
C.I.ディスパースブルー3	
C.I.ディスパースブルー7	
C.I.ディスパースブルー26	
C.I.ディスパースブルー35A	
C.I.ディスパースブルー35B	
C.I.ディスパースブルー102	
C.I.ディスパースブルー106	
C.I.ディスパースブルー124	
C.I.ディスパースブラウン1	
C.I.ディスパースオレンジ1	
C.I.ディスパースオレンジ3	
C.I.ディスパースオレンジ11	
C.I.ディスパースオレンジ37/76/59	
C.I.ディスパースオレンジ149	
C.I.ディスパースレッド1	
C.I.ディスパースレッド11	
C.I.ディスパースレッド17	
C.I.ディスパースレッド151	
C.I.ディスパースイエロー1	
C.I.ディスパースイエロー3	
C.I.ディスパースイエロー7	
C.I.ディスパースイエロー9	
C.I.ディスパースイエロー23	
C.I.ディスパースイエロー39	
C.I.ディスパースイエロー49	
C.I.ディスパースイエロー56	
C.I.アシッドレッド26	
C.I.ベーシックレッド9	
C.I.ベーシックグリーン4	
C.I.ベーシックバイオレット3	
C.I.ベーシックバイオレット14	
C.I.ベーシックブルー26	
ダイレクトブラック38	
C.I.ダイレクトブルー6	
C.I.ダイレクトレッド28	
C.I.ダイレクトブラウン95	
4-ジメチルアミノアゾベンゼン(ソルベントイエロー2)	
C.I.ソルベントブルー4	
4-メチルアミノ-4',4''-ビス(ジメチルアミノ)トリフェニルメタノール	
染料 (ネイビーブルー)	
成分 1 : C ₃₉ H ₂₃ ClCrN ₇ O ₁₂ S ₂ ·2Na	各30 ppm
成分 2 : C ₄₆ H ₃₀ CrN ₁₀ O ₂₀ S ₂ ·3Na	

出所 : AFIRM RSL2023

表 3-25.アパレル・フットウエア製品での規制物質一覧 (AFIRM RSL2023) (4/7)

試験項目	基準値
難燃剤	
デカブロモジフェニルエタン (DBDPE)	各10 ppm
ペンタブロモジフェニルエーテル (ペンタBDE)	
オクタブロモジフェニルエーテル (オクタBDE)	
デカブロモジフェニルエーテル (デカBDE)	
その他すべてのポリブロモジフェニルエーテル類 (PBDEs)	
テトラブロモビスフェノールA (TBBP A)	
ポリブロモビフェニル (PBB)	
ヘキサブロモシクロドデカン (HBCDD)	
2,2-ビス(プロモメチル)-1,3-プロパンジオール (BBMP)	
リン酸トリス(1,3-ジクロロ-2-プロピル) (TDCPP)	
リン酸トリキシリル (TXP)	
リン酸トリス(2,3-ジプロモプロピル) (TRIS)	
トリス(1-アジリジニル)ホスフィンオキシド (TEPA)	
リン酸トリス(2-クロロエチル) (TCEP)	
リン酸ビス (2,3-ジプロモプロピル) (BDBPP)	
ホルムアルデヒド	大人/子供：75 ppm
重金属 (溶出量)	
コバルト (Co)	大人：4 ppm
アンチモン (Sb)	30 ppm
ヒ素 (As)	0.2 ppm
鉛 (Pb)	大人：1 ppm
カドミウム (Cd)	0.1 ppm
クロム (Cr)	乳幼児：1 ppm
6価クロム (Cr(VI))	繊維：1 ppm
銅 (Cu)	大人：50 ppm
ニッケル (Ni)	1 ppm
水銀 (Hg)	0.02 ppm
セレン (Se)	500 ppm
バリウム (Ba)	1000 ppm
重金属総含有量	
鉛 (Pb)	90 ppm
カドミウム (Cd)	40 ppm
水銀 (Hg)	0.5 ppm
ヒ素 (As)	100 ppm
有機スズ化合物	
ジブチルスズ (DBT)	各1 ppm
ジオクチルスズ (DOT)	
モノブチルスズ (MBT)	
トリシクロヘキシルスズ(TCyHT)	
トリメチルスズ (TMT)	
トリオクチルスズ (TOT)	
トリプロピルスズ (TPT)	
トリブチルスズ (TBT)	各0.5 ppm
トリフェニルスズ (TPhT)	

出所：AFIRM RSL2023

表 3-26.アパレル・フットウエア製品での規制物質一覧 (AFIRM RSL2023) (5/7)

試験項目	基準値
オルトフェニルフェノール(OPP)	1000 ppm
有機フッ素化合物(全有機フッ素)	2025年までに100 ppm
有機フッ素化合物(PFCs)	
PFOSと関連物質	
パーフルオロオクタンスルホン酸 (PFOS)	合計1 $\mu\text{g}/\text{m}^2$
パーフルオロオクタンスルホン酸 カリウム (PFOS-K)	
パーフルオロオクタンスルホン酸 リチウム (PFOS-Li)	
パーフルオロオクタンスルホン酸 アンモニウム (PFOS-NH ₄)	
パーフルオロオクタンスルホン酸 ジエタノールアミン (PFOS-NH(OH) ₂)	
パーフルオロオクタンスルホン酸 テトラエチルアンモニウム (PFOS-N(C ₂ H ₅) ₄)	
パーフルオロオクタンスルホン酸 ジデシルジメチルアンモニウム (PFOS-N(C ₁₀ H ₂₁) ₂ (CH ₃) ₂)	
N-エチルパーフルオロ-1-オクタンスルホンアミド (N-Et-FOSA)	
N-メチルパーフルオロ-1-オクタンスルホンアミド (N-Me-FOSA)	
2-(N-エチルパーフルオロ-1-オクタンスルホンアミド)-エタノール (N-Et-FOSE)	
2-(N-メチルパーフルオロ-1-オクタンスルホンアミド)-エタノール (N-Me-FOSE)	
パーフルオロ-1-オクタンスルホニルフルオリド (POSF)	
パーフルオロオクタンスルホンアミド (PFOSA)	
PFOAとその塩	
パーフルオロオクタン酸 (PFOA)	合計25 ppb
パーフルオロオクタン酸 ナトリウム (PFOA-Na)	
パーフルオロオクタン酸 カリウム (PFOA-K)	
パーフルオロオクタン酸 銀 (PFOA-Ag)	
パーフルオロオクタノイル フルオリド (PFOA-F)	
パーフルオロオクタン酸 アンモニウム (APFO)	
PFOA関連物質	
1H,1H,2H,2H-パーフルオロデカンスルホン酸 (8:2 FTS)	合計1000 ppb
パーフルオロオクタン酸メチル (Me-PFOA)	
パーフルオロオクタン酸エチル (Et-PFOA)	
1H,1H,2H,2H-パーフルオロ-1-デカノール (8:2 FTOH)	
アクリル酸1H,1H,2H,2H-パーフルオロデシル (8:2 FTA)	
メタクリル酸1H,1H,2H,2H-パーフルオロデシル (8:2 FTMA)	
2H,2H-パーフルオロデカン酸 (H ₂ PFDA)	
PFHxSとその塩	
パーフルオロヘキサンスルホン酸 (PFHxS)	合計25 ppb
パーフルオロヘキサンスルホン酸カリウム (PFHxS-K)	
パーフルオロヘキサンスルホン酸リチウム (PFHxS-Li)	
パーフルオロヘキサンスルホン酸アンモニウム (PFHxS-NH ₄)	
パーフルオロヘキサンスルホン酸ナトリウム (PFHxS-Na)	
PFHxS関連物質	
N-メチルパーフルオロ-1-ヘキサンスルホンアミド (N-Me-FHxSA)	合計1000 ppb
パーフルオロヘキサンスルホンアミド (PFHxSA)	

出所：AFIRM RSL2023

表 3-27.アパレル・フットウェア製品での規制物質一覧 (AFIRM RSL2023) (6/7)

試験項目	基準値
C9-C14 PFCAとその塩	
パーフルオロノナン酸 (PFNA, C9-PFCA)	合計25 ppb
パーフルオロデカン酸 (PFDA, C10-PFCA)	
パーフルオロウンデカン酸 (PFUnA, C11-PFCA)	
パーフルオロドデカン酸 (PFDoA, C12-PFCA)	
パーフルオロトリデカン酸 (PFTrA, C13-PFCA)	
パーフルオロテトラデカン酸 (PFTeA, C14-PFCA)	
パーフルオロ-3,7-ジメチルオクタン酸 (PF-3,7-DMOA)	
C9-C14 PFCA関連物質	
アクリル酸1H,1H,2H,2H-パーフルオロドデシル (10:2 FTA)	合計260 ppb
メタクリル酸1H,1H,2H,2H-パーフルオロドデシル (10:2 FTMA)	
1H,1H,2H,2H-パーフルオロ-1-ドデカノール (10:2 FTOH)	
2H,2H,3H,3H-パーフルオロウンデカン酸 (H4PFUnA)	
1H,1H,2H,2H-パーフルオロ-1-デカノール (8:2 FTOH)	
1H,1H,2H,2H-パーフルオロ-1-テトラデカノール (12:2 FTOH)	
1H,1H,2H,2H-パーフルオロドデカンスルホン酸 (10:2 FTS)	
ヨウ化1H,1H,2H,2H-パーフルオロドデシル (10:2 FTI)	
ヨウ化1H,1H,2H,2H-パーフルオロテトラドデシル (12:2 FTI)	
その他のパーフルオロカルボン酸 (PFCAs)	
パーフルオロヘキサン酸 (PFHxA, C6-PFCA)	—
フタル酸エステル類	合計：1000 ppm
フタル酸ジイソノニル (DINP)	各500 ppm
フタル酸ジ-n-オクチル (DNOP)	
フタル酸ジ(2-エチルヘキシル) (DEHP)	
フタル酸ジイソデシル (DIDP)	
フタル酸ベンジルブチル (BBP)	
フタル酸ジブチル (DBP)	
フタル酸ジイソブチル (DIBP)	
フタル酸ジ-n-ヘキシル (DnHP)	
フタル酸ジエチル (DEP)	
フタル酸ジメチル (DMP)	
フタル酸ジ-n-ペンチル (DPENP)	
フタル酸ジシクロヘキシル (DCHP)	
1,2-ベンゼンジカルボン酸 (炭素数7を主成分とする炭素数6~8(分岐のみ)) フタル酸エステル類	
フタル酸ビス(2-メトキシエチル)	
フタル酸ジイソペンチル (DIPP)	
フタル酸ジプロピル (DPRP)	
フタル酸ジイソオクチル (DIOP)	
1,2-ベンゼンジカルボン酸、ジヘキシルエステル(分岐および直鎖)	
フタル酸ジイソヘキシル (DIHxP)	
1,2-ベンゼンジカルボン酸ジアルキル(炭素数7~11の分岐および直鎖)エステル (DHNUP)	
1,2-ベンゼンジカルボン酸ジペンチル(分岐および直鎖)エステル	
1,2-ベンゼンジカルボン酸、ジ-C6-10-アルキルエステル類又は、デシル & ヘキシル & オクチル混合物ジエステル類と0.3%以上のフタル酸ジヘキシル; 1,2-ベンゼンジカルボン酸、デシル & ヘキシル & オクチル混合物ジエステル類; 1,2-ベンゼンジカルボン酸、ジ-C6-10-アルキルエステル類	
フタル酸 n-ペンチル-イソペンチル (nPIPP)	

出所：AFIRM RSL2023

表 3-28.アパレル・フットウェア製品での規制物質一覧 (AFIRM RSL2023) (7/7)

試験項目	基準値	
多環芳香族 (PAHs)	合計：10 ppm	
アセナフテン	個々の 規制値は ない	合計： 10 ppm
アセナフチレン		
アントラセン		
ベンゾ (g,h,i) ベリルン		
フルオレン		
フルオランテン		
インデノ (1,2,3-cd) ピレン		
ナフタレン		
フェナントレン		
ピレン		
ベンゾ (a) アントラセン		
ベンゾ (a) ピレン		
ベンゾ (b) フルオランテン		
ベンゾ [e] ピレン		
ベンゾ [j] フルオランテン		
ベンゾ (k) フルオランテン		
クリセン		
ジベンゾ (a,h) アントラセン		
キノリン	50 ppm	
溶剤と残留物		
DMFa	500 ppm	
DMAC	各1000 ppm	
NMP		
ホルムアミド		
紫外線(UV)吸収剤/安定剤		
UV 320	各1000 ppm	
UV 327		
UV 328		
UV 350		
溶剤と残留物		
ベンゼン	5 ppm	
二硫化炭素	合計：1000 ppm	
四塩化炭素		
クロロホルム		
シクロヘキサノン		
1,2-ジクロロエタン		
1,1-ジクロロエチレン		
エチルベンゼン		
ペンタクロロエタン		
1,1,1,2- テトラクロロエタン		
1,1,2,2- テトラクロロエタン		
テトラクロロエチレン (PERC)		
トルエン		
1,1,1- トリクロロエタン		
1,1,2- トリクロロエタン		
トリクロロエチレン		
キシレン(メタ-, オルト-, パラ-)		

3.3.3. ガス・白い粉・青い液体・異物分析

エアバッグ展開後、即座に丸カッターもしくはハサミでエアバッグの切り取り・回収を行うが、その際、作業員はエアバッグ内部から発生する白煙に暴露された状態で作業を行っている。今回、その白煙は人体に影響があるかどうかを調査することとした。また、白煙の現地サンプリングの際、エアバッグ内部を確認したところ、粒子状異物が存在し、また一部の車体では、青色の液体が存在した。それらが一体何なのか、についても調べることにした。

(1) サンプリング

サンプリングは、リバー柏事業所で実施。エアバッグ展開後、エアバッグ内部にチューブを差し込み、ポンプで吸引することによって、サンプリングバックにガスを捕集した。なお、白い粉に関してもガスと同時に回収した。

ガスに関しては、①無機ガス、②低沸点有機化合物、③中高沸点有機化合物、④酸、アミン類の4つの分析項目を実施した。①無機ガスおよび②低沸点化合物に関しては、ガスの状態で分析に供した。一方、③中高沸点有機化合物および④酸・アミン類は、それぞれ、吸着材およびインピンジャー（pHを調製した超純水）に一旦捕集したのちに分析に供した。なお、吸着材捕集およびインピンジャー捕集に関しては、サンプリングバックへの目的成分の吸着をできる限り防ぐため、現地にて作業を行った。

白い粉に関して、得られたサンプリングバックを持ち帰り確認したところ、内部壁面に付着していることが確認された。この付着物を採取し、分析に供した。

青色の液体について、エアバッグをTRCに持ち帰り確認したところ、液体が蒸発・乾燥し、青色付着物がみられた。この青色付着物を分析対象とした。

異物については、様々な形状・大きさ・色のものがエアバッグ内部に存在した。色合いの異なる3つ程度をピックアップし、分析に供した。

(2) 分析対象および測定方法

分析項目および対象車種を表3-29に示す。ガス分析は普通車1車種（運転席・助手席）、軽自動車1車種（運転席・助手席）を対象とした。白い粉に関して、ガス採取時に最も多く採取できた軽自動車運転席のものを使用した。青い液体に関しては、普通車の運転席・助手席でのみ観測されたため、この2車体を分析対象とした。異物については、2車種を対象とし、任意の3つ程度の異物を分析に供した。

なお、普通車の運転席に関しては、最初のガスサンプリング対象であったこともあり、一部、エアバッグ外気も捕集している可能性がある。また、運転席のエアバッグ内部ガスの採取後、助手席のエアバッグ内部ガスを採取したため、助手席側は、運転席側作業時に一部のガスが抜けていると推測される。

表 3-29.分析項目および対象車種

分析内容		分析手法	普通車		ステイングレー	
			運転席	助手席	運転席	助手席
ガス (気体)	・無機ガスの定性・定量	IR	○	○	○	○
	・低沸点有機物の定性・定量	HS-GC/MS	○	○	○	○
	・中高沸点有機物の定性・定量	吸着管捕集+熱脱着GC/MS	○	○	○	○
	・酸・アミン類の定性・定量	インピンジャー捕集+IC	○	○	○	○
白い粉の定性		IR, 元素分析			○	
青い液体の定性		IR, 元素分析	○	○		
異物の定性		IR, 元素分析	○ 3つ程度	○ 3つ程度	○ 3つ程度	○ 3つ程度

GC/MS : Gas Chromatography/Mass Spectrometry

HS : Head Space

IR : Infrared Spectroscopy

IC : Ion Chromatography

出所 : TRC

① ガス分析

無機ガスの分析結果を表 3-30 に示す。CO₂が多いが、これは、インフレーター作動時に生じたガスであると考えられる。また、CO および NH₃ が比較的多く検出されている。日本産業衛生学会が提唱しているこれらガス成分の許容濃度は、それぞれ CO が 50ppm, NH₃ が 25ppm であり、特に CO については大きく上回る濃度で検出された。

なお、CO に関して、助手席側で少ないが、これは、ガスサンプリングの順番に起因すると予想される。一方、NH₃ に関しては、普通車の助手席で普通車の運転席よりも多く検出された。これは、インフレーターで使用される酸化剤や還元剤の種類の違いなどに起因する可能性がある。

表 3-30.無機ガスの分析結果

検出成分	普通車		軽自動車	
	運転席	助手席	運転席	助手席
CO ₂	1.60%	0.52%	0.93%	0.08%
CO	1100 ppm	270 ppm	1500 ppm	20 ppm
CH ₄	36 ppm	27 ppm	32 ppm	2 ppm
N ₂ O	190 ppm	87 ppm	56 ppm	4 ppm
NO	2-3 ppm	-	-	-
NO ₂	10 ppm	4 ppm	-	1 ppm
NH ₃	43 ppm	130 ppm	78 ppm	12 ppm

出所 : TRC

次に、低沸点有機化合物および中・高沸点有機化合物の分析結果をそれぞれ表 3-31、表 3-32 に示す。

表 3-31.低沸点有機ガスの分析結果

検出時間 (分)	推定化合物名	普通車		軽自動車	
		運転席	助手席	運転席	助手席
3.06	Ethylene	12	7.1	18	0.3
3.51	Ethane	1	1.5	1.9	
5.7	Ethanedinitrile	0.59	0.37	7.1	0.19
6.36	Propylene	1.9	4.7	6	
6.73	Propane		1.5	1	
6.79	Chloromethane	0.46			
6.8	Propyne			0.97	
6.96	C3H4			1.6	
8.72	Acetaldehyde	1.2	1.7	1.8	
10.48	C4H8	0.57	3.8	2	0.22
10.61	C4H6		0.42	1.3	
10.91	Butane		1		0.19
11.09	C4H8		0.4		
11.78	Acetonitrile	0.91		3	
12.4	2-Propenal + Furan			0.73	
12.86	Propanal	0.37	0.48	0.54	
13.09	Acetone	0.38	0.82	0.53	
13.6	Acrylonitrile	0.73		2.3	
13.99	C5H12				0.21
14.51	Pentane				0.2
15.07	Propanenitrile			0.38	
16.32	Butanal		0.31	0.38	
16.45	Methyl ethyl ketone		0.32		
17.11	C6H14				0.16
17.3	C6H12			0.31	
17.35	C6H14				0.15
17.63	C6H14				0.21
18.02	Benzene	1.3	0.51	3.1	0.14
TOTAL		21	25	53	2

出所：TRC

表 3-32.中高沸点有機ガスの分析結果

検出時間 (分)	推定化合物名	普通車		軽自動車	
		運転席	助手席	運転席	助手席
6.1	Toluene	0.31	0.54	0.78	0.33
6.3	Methylheptane				0.029
6.4	Pentanenitrile			0.17	
6.8	Methyl isobutyl ketone		0.11		
6.8	Cyclopentanone	0.49	0.25	2.8	0.22
7.1	Octane				0.025
7.5	Butyl acetate		0.05		
7.5	Hexamethylcyclotrisiloxane	0.18		0.068	
8	Cyclopentenone			0.2	
8.9	Ethylbenzene	0.036	0.098	0.21	0.063
9.1	Xylene	0.079	0.18	0.19	0.17
9.3	Ethynylbenzene	0.029		0.19	
9.5	Valerolactam			0.093	
9.7	Styrene+Xylene	0.049	0.15	0.17	0.068
9.8	Butyl acrylate		0.13	0.046	
10.5	脂環式化合物 (C8H12)			0.055	
11.4	C3アルキルベンゼン				0.021
11.5	炭化水素			0.056	
11.6	C3アルキルベンゼン		0.045		0.054
11.6	Benzaldehyde	0.11	0.07	0.14	
11.6	C3アルキルベンゼン				0.024
11.7	Hexyl isocyanate			0.047	
11.8	C3アルキルベンゼン				0.026
11.9	Octamethylcyclotetrasiloxane	0.03	0.023	0.065	0.018
12	C3アルキルベンゼン				0.019
12.2	Benzonitrile	0.1	0.051	0.18	
12.4	Trimethylbenzene	0.026	0.045		0.063
13.1	C3アルキルベンゼン				0.014
13.1	2-Ethylhexyl alcohol		0.052		
14.1	Acetophenone	0.027		0.11	
16	Benzoic acid	0.035			
16.9	Naphthalene	0.021	0.057	0.37	0.023
19.4	Methylnaphthalene			0.051	
23.2	Phenylmaleic anhydride	0.028			
31.2	Heptadecanenitrile		0.016		
32.9	多環芳香族		0.015		
34	含O化合物		0.068		
34.1	含O芳香族化合物	0.022			
34.4	含O芳香族化合物	0.016			

出所：TRC

低沸点有機化合物としては、エチレンやプロピレンなどが比較的多く検出された。これらは、有機物の燃焼時によく検出されるガス成分であり、インフレーター起動時に有機物が熱分解し、発生した可能性がある。その他、アセトアルデヒドやベンゼンなどが検出された。中高沸点化合物としては、トルエンやキシレンなどアルキルベンゼンが主として観測された。ただし、ほとんどの化合物の検出濃度は 1ppm 以下であった。

最後に、酸およびアミン類の分析結果を表 3-33 に示す。無機ガスの分析結果同様、アンモニウムイオンが比較的高濃度検出された。その他にも、シアン酸が検出された検体も存在したが、その由来は不明である。

表 3-33.酸・アミン類の分析結果

検出成分	普通車		軽自動車	
	運転席	助手席	運転席	助手席
F-	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7
Cl-	0.2	<0.2	<0.2	<0.2
NO ₂ -	3	2	2	0.4
CNO-	0.5	<0.3	5	<0.3
Br-	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
NO ₃ -	7	2	4	<0.2
SO ₄ ²⁻	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
PO ₄ ³⁻	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
NH ₄ ⁺	80	200	50	30
メチルアミン	<4	<4	<4	<4
ジメチルアミン	<2	<2	<2	<2
トリメチルアミン	<2	<2	<2	<2
テトラメチルアンモニウム	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9
エタノールアミン	<20	<20	<20	<20
ジエタノールアミン	<5	<5	<5	<5
トリエタノールアミン	<9	<9	<9	<9
グアニジウムイオン	<2	<2	<2	<2

出所：TRC

② 白い粉の分析

白い粉の分析結果を図 3-13 に示す。IR スペクトルでは、(亜)硝酸塩、塩素酸塩由来と推定される吸収が観測された。元素分析においては、K や Sr などが主に観測された。これらのことより、硝酸塩（例えば硝酸カリウムや硝酸ストロンチウム）や塩素酸塩（例えば塩素酸カリウムなど）が白い粉の主な構成成分であると推定された。

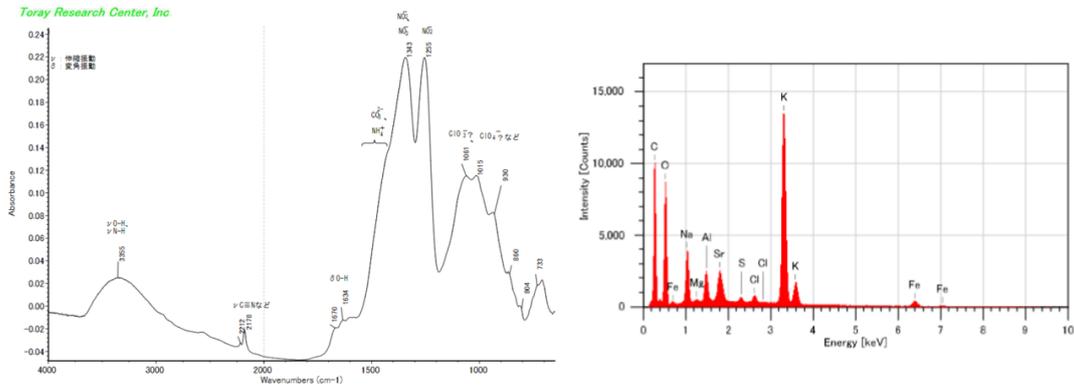


図 3-13. 白い粉の分析結果（左：IR スペクトル 右：元素分析の結果）

出所：TRC

③ 青い液体の分析

青い液体の組成を調べるために、エアバッグ内側に付着した青色の付着物について IR および元素分析を実施した。青色付着物の分析結果を図 3-14、図 3-15 に示す。2 か所分析を実施したが、いずれも銅が検出されたため、青色の由来は銅であると推定された。また、IR スペクトルで硝酸塩由来の吸収、元素分析で塩素が検出されたことより、検出された銅は、硝酸銅や塩化銅として存在する可能性が考えられた。その他にも、普通車助手席側の IR スペクトルでは高強度にシアン酸由来の吸収が観測され、シアン酸もしくは類似化合物が存在すると考えられた。

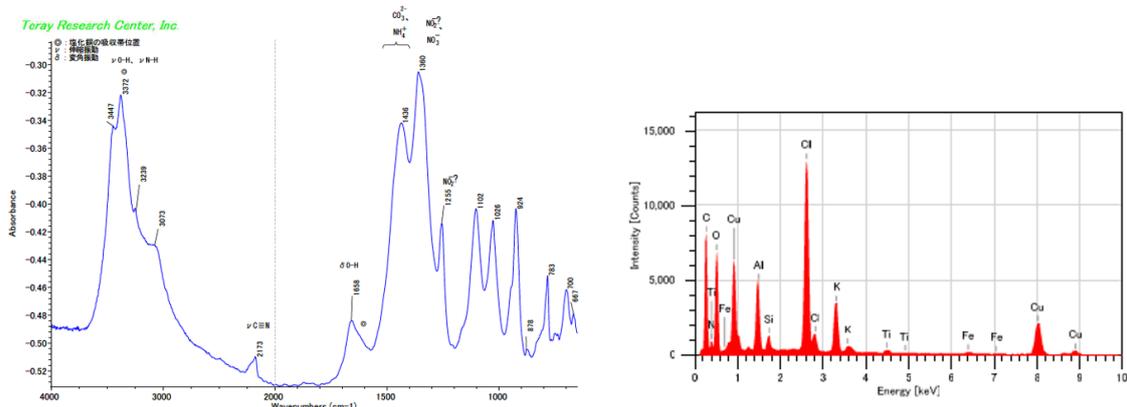


図 3-14. 青色付着物（普通車の運転席）の分析結果

（左：IR スペクトル 右：元素分析の結果）

出所：TRC

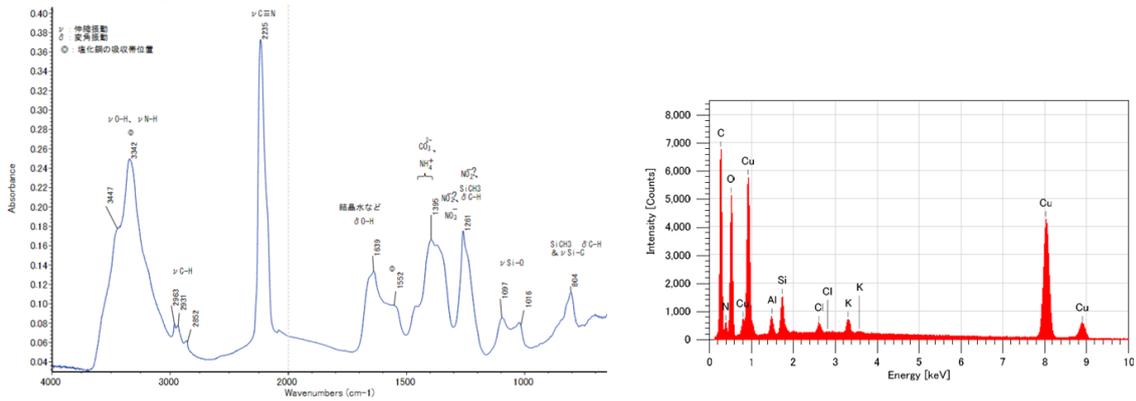


図 3-15.青色付着物（普通車の助手席）の分析結果
 (左：IR スペクトル 右：元素分析の結果)
 出所：TRC

④ 異物の分析

異物分析結果を表 3-34 に示す。エアバッグ内側に存在した異物を 3 点ずつピックアップし、IR および元素分析を実施した。その結果、以下のような異物が存在すると推定された。なお、様々な成分の混合物として存在しており、以下に示す化合物は代表的な成分例を記載している。

表 3-34.異物分析結果

部位	異物の色	詳細
普通車の運転席	黒色	ナイロン、シリコン、金属化合物（鉄など）
	ピンク色	シリコン
	金属光沢	金属化合物（アルミニウムなど）
普通車の助手席	黒～ピンク色	ナイロン、シリコン、金属化合物（アルミニウム、銅など）
	黄土色	ナイロン
	金属光沢	金属化合物（アルミニウム、銅など）
軽自動車の運転席	黒色	ストロンチウムを含む成分
	灰色	金属化合物（鉄、アルミニウムなど）
軽自動車の助手席	赤色	ナイロン
	白色	ナイロン
	金属光沢	金属化合物（アルミニウム）

出所：TRC

(3) 考察

(2)のガス・白い粉・青い液体・異物の現地サンプリングを行った結果をもって、3.3.1 化学物質の把握および 3.3.2 規制物質の把握の分析結果について考察する。エアバッグの安全に対して懸念された分析結果抜粋を表 3-35 に示す。

表 3-35.エアバッグの全に対して懸念された分析結果抜粋

実施内容	車 格 :		軽自動車												普通車			
	部 位 :		運転席側						助手席側									
	年 式 :		2009年以前		2010年以降		2009年以前			2010年以降			2009年以前					
総合判定			FAIL		FAIL		FAIL		PASS		FAIL		PASS		PASS			
規制物質の把握	銅 (Cu) (mg/kg)	大人 : 50 ppm 子供/乳幼児 : 25 ppm	○	38	×	170	×	70	○	6	○	16	○	35	×	53	○	8
	酸性とアルカリ性物質 (pH)	4.0-7.5	×	8.2	×	7.6	○	6.3	○	6.6	×	9.1	○	6.3	○	6.5	○	6.5
化学物質の把握	重金属 (PA中を含む) (mg/kg)	銅 (Cu)	60	400	500	70	70	200	400	70								
		ストロンチウム (Sr)	100	1	0.9	2	600	0.4	60	60								
		アルミニウム (Al)	200	300	10	20	400	40	100	10								
		カリウム (K)	300	600	300	600	700	300	100	100								
	鉄 (Fe)	20	200	4	20	70	6	3	10									
酸、アミン類 (溶出量) (mg/kg)	アンモニウムイオン (NH4+)	2	1	3	<0.5	0.6	3	1	<0.5									
	塩素イオン (Cl-)	60	20	10	200	90	40	50	40									

出所 : TRC

規制物質分析のうち、Cu の溶出量分析において、一部のエアバッグで判定「×」と診断された件について考察する。今回、青色付着物や異物の分析を行ったところ、インフレーター由来と推定される銅が存在することが判明した。これらが溶出した（つまり、規制物質分析で検出された）Cu の由来と推定される。一方、エアバッグ全体の無機分析で検出された Cu は、溶出する Cu の量よりも多い。これは、ナイロン中に添加剤として存在する Cu に由来するものと推定され、熱水等では溶出しないと予想された。

次に、規制物質分析のうち、pH 測定において、一部のエアバッグで「×（塩基性）」と診断された件について考察する。今回、ガス分析において NH₄ が検出され、これが原因の一つと考えられる。一方、エアバッグの水溶出物の IC 分析の結果、NH₄ の検出量と pH に相関は認められなかった。その一方で Sr の存在量と pH に相関が認められた。今回、異物の分析を行ったところ、Sr が検出される車体が一部存在した。硝酸 Sr については、インフレーター酸化剤として使用される場合がある。また、硝酸 Sr は水と反応することによって、水酸化 Sr に変化するが、水酸化 Sr は強塩基性を示す。このことより、Sr が pH 塩基性を示す要因の可能性も考えられる。

最後に、エアバッグ全体の無機元素分析の結果、Al、K、Fe などが検出された件について考察する。これらの元素の由来に関しては、前項分析時においては不明であった。今回、異物の分析を行った結果、これら無機物に由来する異物が多数検出された。これらのことより、インフレーター作動時に発生した異物の一部がエアバッグに付着し、それらを検出したものと推察される。

上記のことより、エアバッグ自身の分析で安全性に懸念があるとされた化合物は、概ねインフレーター酸化剤や還元剤由来と考えられた。このことより、エアバッグのリサイクルをするにあたり、インフレーター由来物をどのように除去するのか、つまり、どのように洗浄するのが今後重要な課題になると考えられる。また、硝酸銅、硝酸ストロンチウム、塩素酸カリウムなど様々なインフレーター酸化剤、還元剤が使用されていることが、今回の分析で判明したことより、今後、エアバッグの安全性をモニターするためには、銅や pH のみではなく、無機金属等を網羅的に把握しておく必要があるかもしれない。

3.4. 払い出し品質の安定化

3.4.1. 前処理検討

先述したように、3.3.2.規制物質の把握において、一部のエアバッグ布で酸性とアルカリ性物質(pH)、重金属である銅の溶出量が基準値を超えているものがあつた、水洗浄を行い、再度 pH 値および銅の値を調査したところ、基準値内に収まつた。

アパレル・フットウエア製品においては、水洗浄で使用可能性があるため、2024 年度には使用済みエアバッグの洗浄を手掛けている社会福祉法人進和学園において水洗浄工程の担当を委託する予定である。

3.4.2. 出口ニーズの把握

出口ニーズの把握を行うため、(1) 業界・市場ニーズ調査、(2) 消費者アンケート調査を実施した。調査報告書作成は伊藤忠ファッションシステム株式会社 (以下 ifs) に委託した。消費者アンケート調査詳細は、参考資料で示す。

(1) 業界・市場ニーズ調査

業界・市場ニーズ調査の主なヒアリング先を表 3-36 に示す。解体事業者、リサイクラー、アウトドアメーカー、アパレルメーカーの計 7 社にヒアリングを行った。ヒアリング結果まとめを表 3-37 に示す。

表 3-36. 主なヒアリング先

企業	備考
解体事業者P	現状マテリアルリサイクル向けにエアバッグを回収中
リサイクラーQ	現状マテリアルリサイクル向けにエアバッグを回収中
リサイクラーR	エアバッグのマテリアルリサイクルを事業化
リサイクラーS	ケミカルリサイクルの技術保有
アウトドアメーカーT	エアバッグおよびシートベルトを利用した製品を販売
アパレルメーカーU	エアバッグおよびシートベルトを利用した製品を販売
アパレルメーカーV	リサイクル素材の採用実績はあるが、エアバッグおよびシートベルトの採用実績はない。

出所：ifs 調査報告書より矢野経済研究所作成

表 3-37. ヒアリング結果まとめ

項目	詳細	回答者
エアバッグ布回収	選別においては、素材表示が分かりにくい。 単一素材の場合回収がしやすいため、設計の段階で統一してもらえると嬉しい。 素材の選別をせずに素材メーカーに買い取ってもらうことができれば、回収量は増えると考える。 回収量を増やすことができれば、買い取りたいという取引先の需要はある。	解体事業者P
	リサイクルを前提として統一した設計もOEMに対して期待。	リサイクラーQ
	解体事業者の動機付けは最も大きな課題。 単一素材で取り外しやすい製品設計が理想。	リサイクラーR
	使用素材やコーティングのかけ方が異なり、シワやムラもある。	アパレルメーカーU
採用中	抜き型で抜かず、ほとんどの場合再度手で裁断する。 エアバッグ布を再利用した製品の原価は小売価格の約50%(縫製工賃、物流コスト・エアバッグ代含む)。 エアバッグが使用されていた車のメーカーや車種が知りたいというユーザーの声が複数ある。	アウトドアメーカーT
	樹脂の原料として家電や機械類に使用されている。	解体事業者P
	最終的にはCar to Carの実現が理想。 用途は建材、結束バンドが多く、その他オフィス家具など。 現状シリコン除去の100%は達成していないため、ベレットにはできるが繊維には戻せない。 バージンと比較するとある程度高くなってしまふ。	リサイクラーR リサイクラーQ
	今は実験室レベルで原理確認ができた段階。 バージンと比較して価格は最低2倍程度。 サステナビリティに対する意識の高い大手ファッションブランドであれば2倍の価格でも受容されるのではと想定。	リサイクラーS
リサイクル材に対する意見	リサイクル素材利用に伴うコスト高による上代の引き上げはしておらず、自助努力で環境配慮素材を使用。 許容できるコストはバージン比10~20%アップ。2倍は難しい。	アパレルメーカーV

出所：ifs 調査報告書より矢野経済研究所作成

エアバッグ布の回収について、現状回収を行っている企業からは選別や素材表示がわかりにくく、また単一素材でないこともあり、分別や異物除去に手間がかかるため、設計の段階で統一化してほしいという意見が聞かれた。

エアバッグ布の布としての評価について、使用素材やコーティングの状態が異なり、シワやムラもあり、伸縮性のある素材のため抜き型で抜かず、手作業での裁断が必要な素材であるという指摘があった。一般的にアパレルの原価率は30～50%と言われているが、エアバッグ布は縫製工賃、運送コストエアバッグ代含み製品原価は約50%であり、比較的高い原価率と考えられる。

マテリアルリサイクルについて、現状は樹脂原料として家電、機械類、結束バンド、建材、オフィス家具等に利用されている。現状シリコン除去100%が達成できておらず、ペレットにはできるが繊維には戻せない状況である。リサイクル材の価格はバージンと比較するとある程度高くなってしまう。

エアバッグ布のケミカルリサイクルを検討している企業では、実験室レベルで原理確認ができた段階で、リサイクル材の価格はバージンと比較し2倍を想定しているということであった。価格が高くなることから、サステナビリティに対する意識の高い大手ファッションブランドであれば、2倍の価格でも受容されるのではないかと想定している。

一方で、アパレルメーカーの意見として、許容できるコストはバージン比10～20%アップであり、2倍は難しいという意見が聞かれた。

エアバッグ布やシートベルトはリサイクルコストによって素材価格が上昇してしまうため、価値に見合った製品出口が必要となる。そのほか、1回のリサイクルだけではなく、その先のリユース・リサイクルを見据えた取り組みも重要と考える。

(2) 消費者アンケート調査

一般ユーザーに対して、エアバッグ布およびシートベルトリサイクル（Car to X）の取り組みに対する有効な訴求方法、親和性のある製品分野を把握するため、インターネットによるアンケート調査を実施した。2024年1月18～19日で実施し、全国の20-60代の男女計1,691サンプル（各世代・性別150サンプル以上）から回答を得ることができた。

回答者の特性、消費行動、環境行動について回答してもらったうえで、エアバッグ布、シートベルトリサイクルに関する意識、受容性について質問を行った。

以下に報告書から抜粋した内容を示す。



図 3-16. アンケート構造

出所：ifs 調査報告書

① エアバッグ布・シートベルトのリサイクルに関心があるか

エアバッグ布・シートベルトのリサイクルに関心があるかの回答を図 3-17 に示す。1,691人中、10%の人がとても関心がある、39%の人がやや関心があるという結果で、約50%の人が関心があるという結果であった。一方で、12%の人があまり関心がない、11%の人が全く関心がない結果であった。

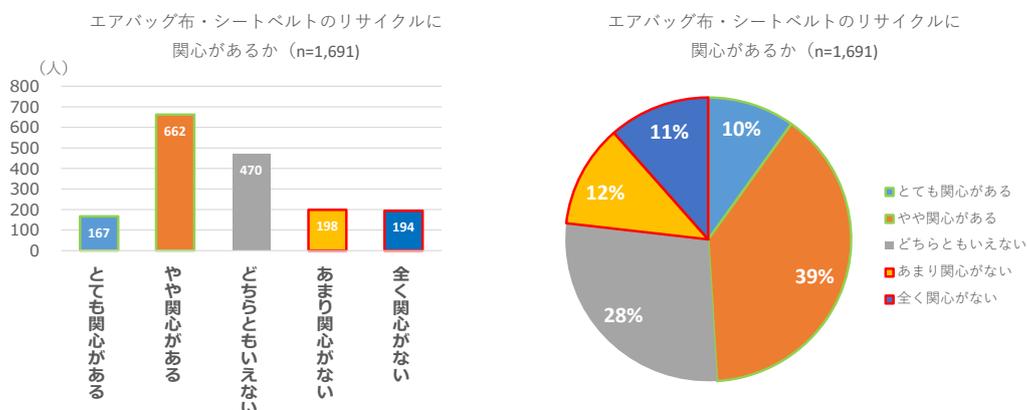


図 3-17. エアバッグ布・シートベルトのリサイクルに関心があるか

出所：ifs 調査報告書より矢野経済研究所作成

② 性年代別・車保有、環境関心度

・性年代別

エアバッグ布・シートベルトのリサイクルにとっても関心があるおよびやや関心があると回答した性年代を図 3-18 に示す。全ての年代で関心があるという人がいたが、829 人のうち、45%は 50 代および 60 代である。また 50 代 60 代の中でも女性の関心度が高いという結果となった。

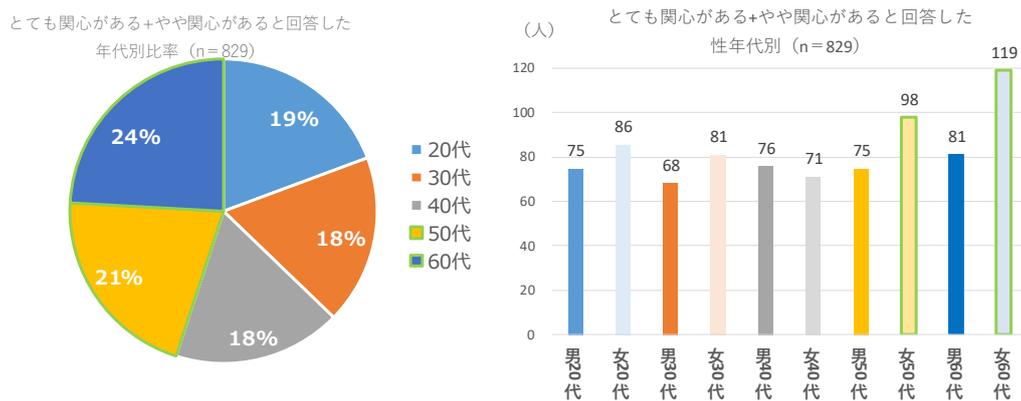


図 3-18. ととても関心がある+やや関心があると回答した性年代

出所：ifs 調査報告書より矢野経済研究所作成

エアバッグ布・シートベルトのリサイクルにあまり関心がない+全く関心がないと回答した性年代を図 3-19 に示す。392 人のうち、25%は 20 代、25%は 30 代、23%は 40 代と、20~40 代の比率が 73%を占めていた。その中でも 30 代男性、40 代男性、20 代女性の関心度が特に低い。

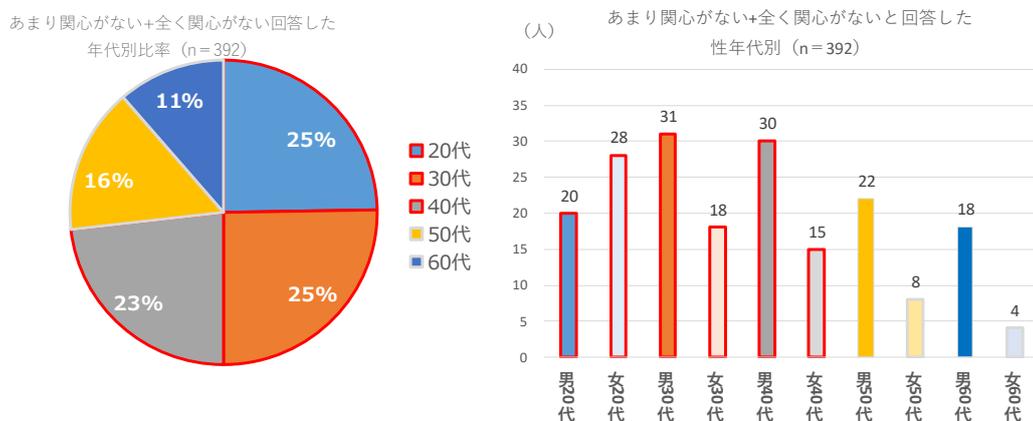


図 3-19. あまり関心がない+全く関心がないと回答した性年代

出所：ifs 調査報告書より矢野経済研究所作成

・車保有

エアバッグ布・シートベルトのリサイクルにとっても関心がある+やや関心があると回答した人の車保有状況（自動車を保有している、家族が保有している）を図 3-20 に示す。全体回答（n=1,691）と比較すると、とても関心がある+やや関心があると回答した人の車保有度が高い傾向にある。

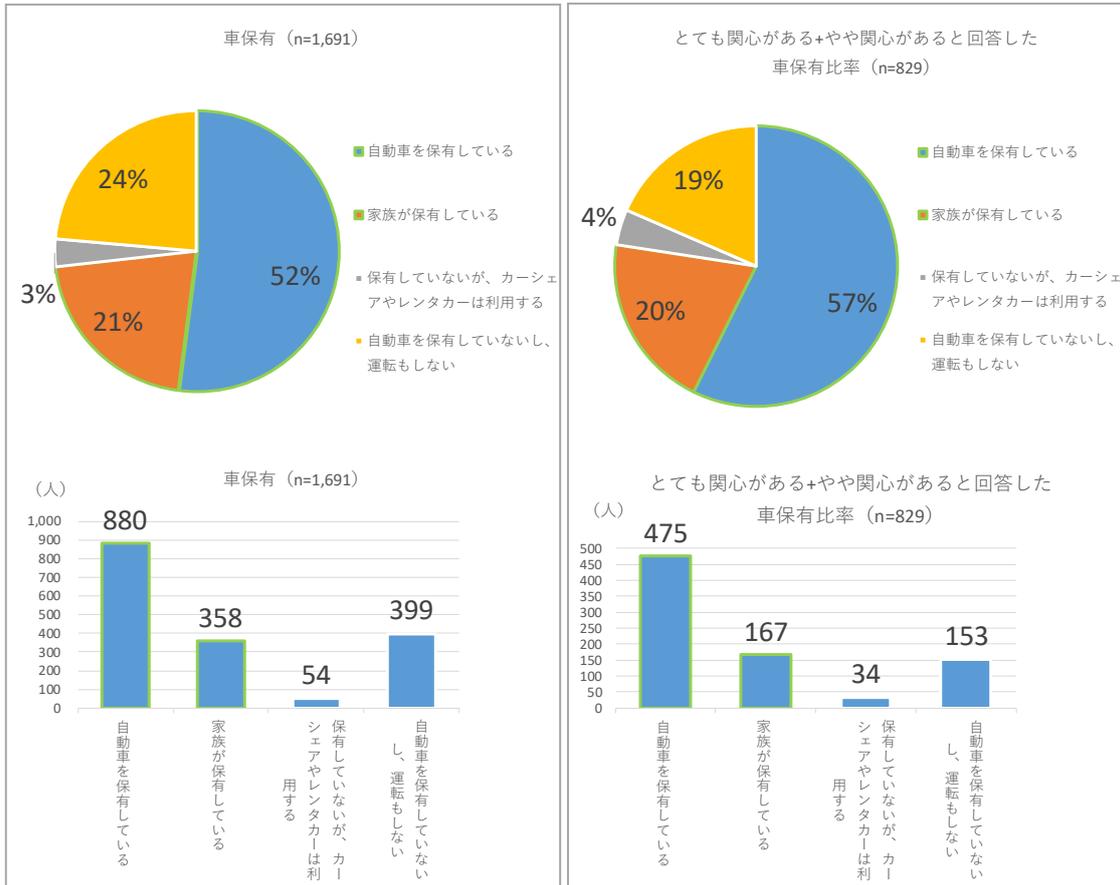


図 3-20. 全体回答およびとても関心がある+やや関心があると回答した車保有

出所：ifs 調査報告書より矢野経済研究所作成

・環境関心度

エアバッグ布・シートベルトのリサイクルにとっても関心がある+やや関心があると回答した人の環境関心度（とても関心がある、やや関心がある）を図 3-21 に示す。全体回答（n=1,691）と比較すると、とても関心がある+やや関心があると回答した人の環境関心度が高い傾向にある。

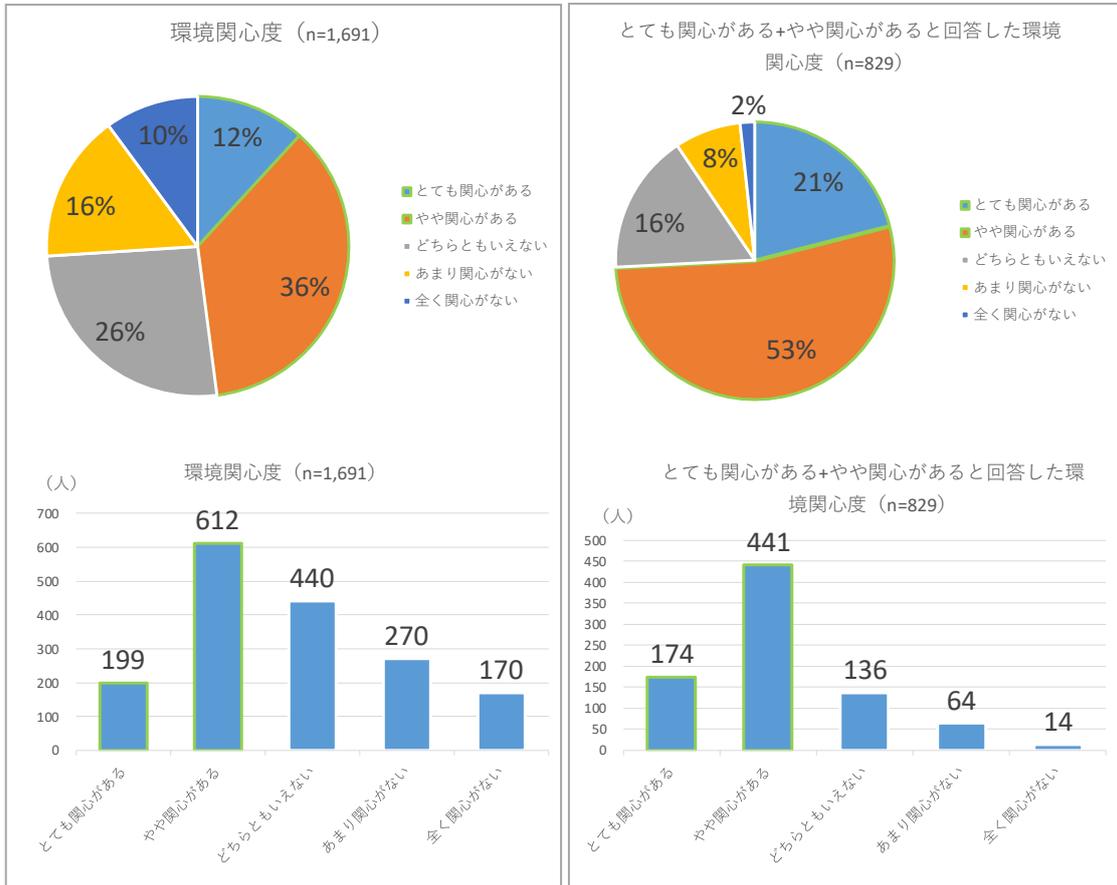


図 3-21. 全体回答およびとても関心がある+やや関心があると回答した環境関心度

出所：ifs 調査報告書より矢野経済研究所作成

③ 用途

エアバッグ布・シートベルトのリサイクルにとっても関心がある+やや関心があると回答した人が、エアバッグ布・シートベルトのリサイクル製品としてどのような機能が適切か回答した結果を図 3-22 に示す（選択式・複数回答可能）。耐久性があり、長く使える商品、機能性に優れた商品、デザイン性に優れた商品、修理やメンテナンスができ、長く使用できる商品といった回答が得られた。

エアバッグ布・シートベルトのリサイクルにとっても関心がある+やや関心があると回答した人が、エアバッグ布・シートベルトのリサイクル用途としてどのような用途が適切か回答した結果を図 3-23 に示す（選択式・複数回答可能）。鞆・靴、防災用品、衣料品（アウター）、日用雑貨（掃除用品）、スポーツ用品、自動車用品、アウトドア用遺品といった回答が得られた。

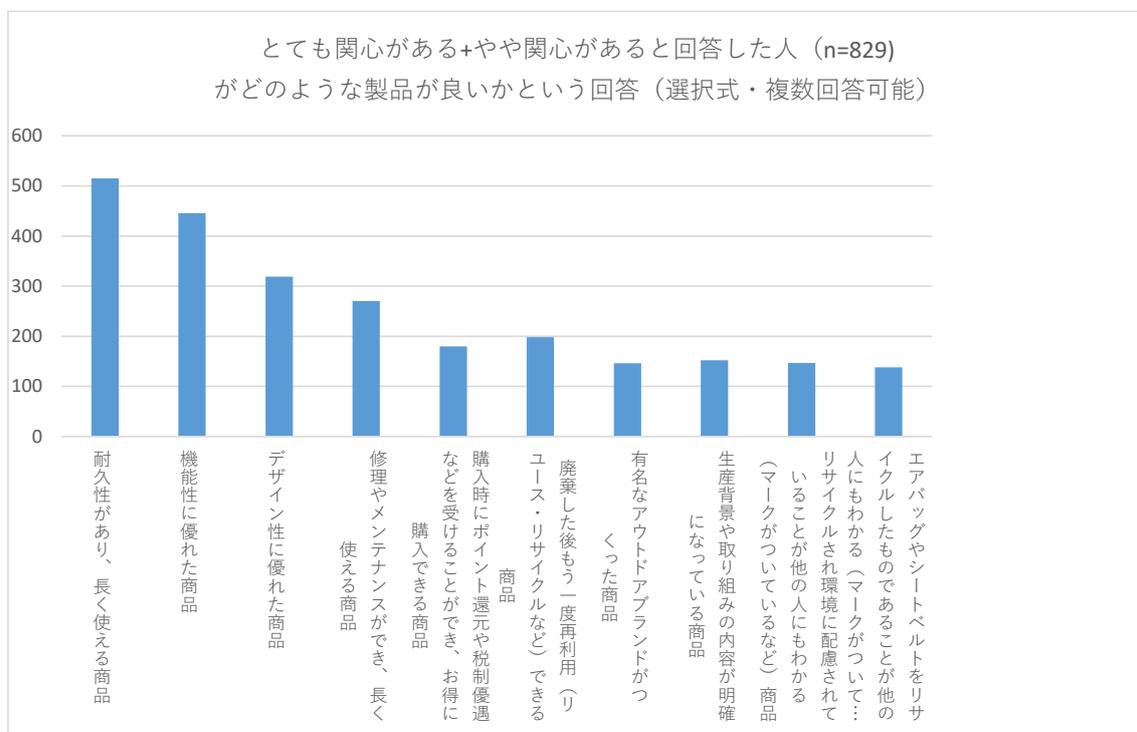


図 3-22. とても関心がある+やや関心があると回答した人が考えるエアバッグ布・シートベルトのリサイクル製品としての機能

出所：ifs 調査報告書より矢野経済研究所作成

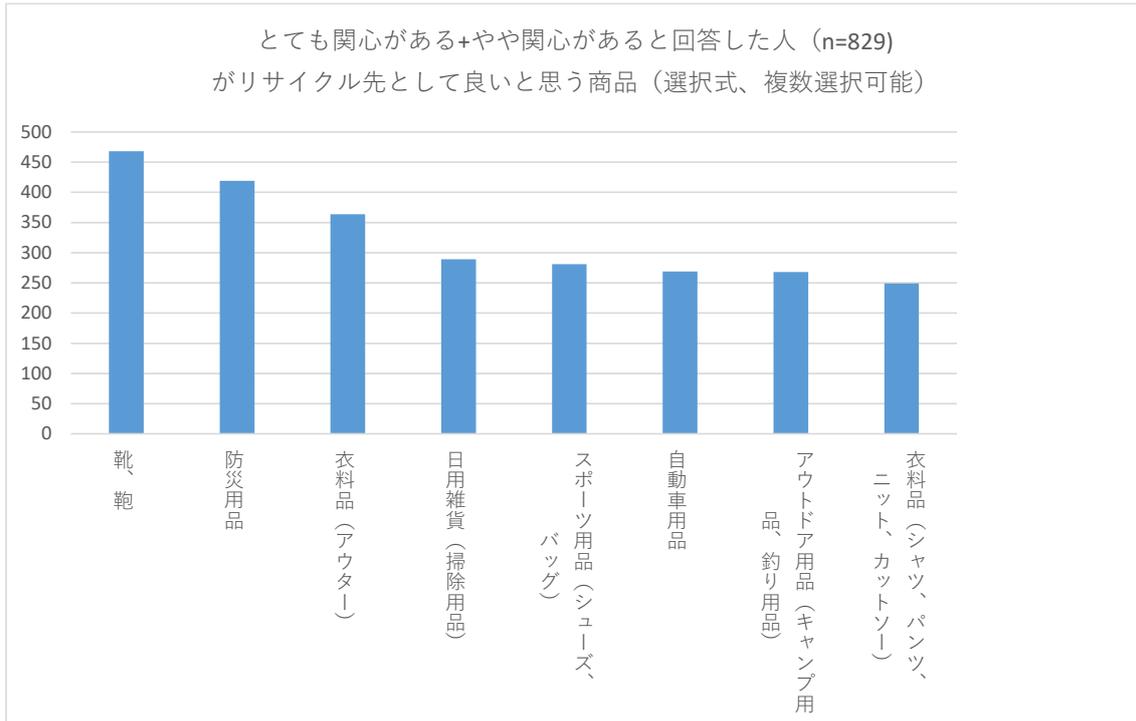


図 3-23. とても関心がある+やや関心があると回答した人が考える
 エアバッグ布・シートベルトのリサイクル製品としての用途

出所：ifs 調査報告書より矢野経済研究所作成

④ 結果

エアバッグ・シートベルトのリサイクルに関心を持つ自動車保有者、環境問題への関心が高い人から本活動および商品の訴求が有効と考えられる。リサイクル製品の機能についてはエアバッグのPA66の特徴である耐久性があり、長く使える商品というだけでなく、機能性やデザイン性に優れた商品等が求められている。用途としては靴・鞆、衣類等の身につけるものから、防災用品、日用雑貨等が回答として挙げられた。

今回の調査結果を基に2024年度は、回答者の更なる分析を行い、関心を持つ人だけでなく、どちらとも言えないという人に対する有効な訴求方法、場所、商品等の考察を進めていく。

表 3-38. エアバッグ・シートベルトのリサイクルに関心を持つ人の回答傾向まとめ

項目		詳細
エアバッグ布・シートベルトのリサイクルにとっても関心がある+やや関心がある人	性年代	全ての年代で関心があるという人がいた。 45%は50代および60代で、50代60代の中でも女性の関心度が高い
	車保有	関心があると回答した人の車保有度が高い傾向にある。
	環境関心度	関心があると回答した人の環境関心度が高い傾向にある。
エアバッグ布・シートベルトのリサイクルにとっても関心がある+やや関心がある人が考えるリサイクル製品の機能・用途	機能	耐久性があり、長く使える商品
		機能性に優れた商品
		デザイン性に優れた商品
		修理やメンテナンスができ、長く使える商品 等
	用途	靴、鞆
		防災用品
		衣料品（アウター）
	日用雑貨（掃除用品）	
	スポーツ用品（シューズ、バッグ）	
	自動車用品	
	アウトドア用品（キャンプ用品、釣り用品） 等	

出所：ifs 調査報告書より矢野経済研究所作成

3.5. 今後の調査等実施における課題および解決方法

3.5.1. 今後の調査等実施における課題

エアバッグ布およびシートベルトリサイクルに向けた課題を表 3-39 に示す。

表 3-39.エアバッグ布およびシートベルトリサイクルに向けた課題

項目		開始時期	課題
(1) 分別回収の効率向上	回収と分類方法検討	2023 年度 上期	回収と分類方法を決定したため、現時点での課題は特にはない。
	分類方法の決定	2023 年度 下期	
	分類 DB の整備と拡充	2023 年度 下期	分類 DB 案を 2023 年度下期に作成した。ただし、布として使用する際に求められる情報(素材、色、シリコンコートの有無、重量、サイズ)や提供形態(切り取っただけの状態、洗浄した状態、裁断した状態)等の情報を盛り込めていない。
(2) 回収品質の向上と安定化	回収トライによる検証	2023 年度 上期	2023 年度下期は、2 解体事業者での作業共通化を図った。他の解体事業者にも展開可能か不明。
	回収コスト試算	2024 年度	—
	回収基準検討	2024 年度	—
(3) 安心・安全の提供	化学物質把握	2023 年度 上期	一部で pH や Cu の値で基準を超えていたものがあった。
	安全宣言検討	2024 年度	—
	CO ₂ の見える化検討	2024 年度	—
(4) 払い出し品質の安定化	前処理検討	2023 年度 上期	化学物質把握から前処理は洗浄のみで良い可能性がある。サンプルを増やして検討する必要がある。そのほか、洗浄方法の基準の明確化を図る必要がある。
	前処理トライ・課題抽出	2023 年度 下期	
	出口ニーズ把握	2023 年度 下期	2023 年度の事業者ヒアリングおよび消費者ヒアリングから、概要であるが出口ニーズの把握はできたが、今後更に詳細な分析等が必要。
	プロセスの見える化検討	2024 年度	—
(5) 選択肢の提供	カタログ項目検討、作成	2024 年度	—
	商流イメージ構築	2024 年度	—

※2024 年度から実施する内容については灰色で表示

出所：矢野経済研究所

3.5.2. 課題の解決方法

エアバッグ布およびシートベルトリサイクルに向けた課題の解決方法を表 3-40 に示す。

表 3-40.エアバッグ布およびシートベルトリサイクルに向けた課題の解決方法

項目		開始時期	課題の解決方法
(1) 分別回収 の効率 向上	分類 DB の整備 と拡充	2023 年度 下期	布として使用する際に求められる情報(素材、色、シリコンコートの有無、重量、サイズ) や提供形態(切り取っただけの状態、洗浄した状態、裁断した状態)等を作成。
	回収トライによる 検証	2023 年度 上期	作業手順書の作成により、2 社の回収品の品質(重量・サイズ)が同等レベルになったが、これが他の解体事業者にも展開可能か、解体事業者 5~10 社での実証で確認。
(2) 回収品質 の向上と 安定化	回収コスト試算	2024 年度	実際の回収作業から回収コストを試算。
	回収基準検討	2024 年度	解体事業者が安全に回収できるための回収基準(温度、硝煙等への対策)を設定する。
(3) 安心・安全 の提供	化学物質把握	2023 年度 上期	pH や Cu の値に絞り、最大 360 サンプルの化学物質分析を実施。 エアバッグを取り外し回収し、そのものの化学物質分析を実施。 最小限の洗浄作業内容を確認する。 洗浄後の廃水分析を実施。
	安全宣言検討	2024 年度	何をもって安全宣言とするか検討を行う。
	CO ₂ の見える化 検討	2024 年度	簡易 LCA 計算を行う。 ・評価対象製品 ：解体でのエアバッグ回収から布提供 解体でのエアバッグ回収からリペレット ・ベースライン ：エアバッグの展開～燃焼処理まで
(4) 払い出し 品質の安 定化	前処理検討	2023 年度 上期	2023 年度の化学分析結果および ifs 調査を踏まえて、各用途先基準での払い出し品質基準を設定するとともに、必要な前処理の設定を行う。
	前処理トライ・ 課題抽出	2023 年度 下期	
	出口ニーズ把握	2023 年度 下期	2023 年度に実施した ifs 調査に基づき、出口ニーズの分析を更に行う。
	プロセスの見える 化検討	2024 年度	布として利用するエンカルプロセス(少量)と、マテリアルリサイクルやケミカルリサイクル等の工業化ルート(大量)がある。これらのプロセスの見える化を検討する。
(5) 選択肢 の提供	カタログ項目検 討、作成	2023 年度 下期	2023 年度の ifs 調査を基に、採用可能性のある用途を提示し、それら用途向けの商流イメージを机上で構築する。 各商流で必要となる情報を基に DB 案に記載する カタログ項目を検討
	商流イメージ構 築	2024 年度	

出所：矢野経済研究所