

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（先行検討フェーズ）」
最終報告書

2023 年 9 月 27 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	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。	
目的・目標	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atalog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。	
2023 年度上期（4 月～9 月） 先行検討フェーズ実施内容	（1）分別回収の効率向上	➤ 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（搭載箇所、インフレーター種類、繊維、織り方、シリコンコート、エアバッグ製造方法）についての情報の整理を行い、回収規模および分別方法の目途付けを行った。
	（2）回収品質の向上と安定化	➤ 回収基準については、先行検討フェーズでは決定せず、2023 年 10 月以降の本格実証フェーズにおいて 2 回、回収を行い、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。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	➤ 東レリサーチセンター（以下 TRC）およびカケンテストセンターの 2 社で化学分析等を行うが、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分析メニューの設定を行った。
	（4）払い出し品質の安定化	➤ 2023 年 10 月以降の本格実証フェーズにおいて複数のサンプルで化学物質把握を行い、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。
	（5）選択肢の提供	➤ 2023 年 10 月以降の本格実証フェーズの内容を基に、ニーズと前処理の継続検討を進める。エアバッグ布、シートベルトをリサイクルしやすいカatalog項目検討、作成を進める。

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
2.1.1. 回収と分類方法検討	9
2.1.2. エアバッグ・シートベルト搭載状況	9
2.1.3. エアバッグ布・シートベルトの発生、回収見込量	12
2.1.4. エアバッグ布・シートベルトの回収対象車種の決定	13
2.2. 回収品質の向上と安定化	14
2.2.1. 回収テスト	14
2.3. 回収基準検討	15
2.4. 安心・安全の提供	16
2.4.1. 化学物質把握	16
(1) エアバッグの分析	16
(2) シートベルトの分析	26
(3) 2023 年度の本格事業フェーズでの分析項目	36
2.5. 払い出し品質の安定化	37
2.5.1. 前処理検討	37
2.6. 今後の調査等実施における課題および解決方法	38
2.6.1. 今後の調査等実施における課題	38
2.6.2. 課題の解決方法	39

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。一部でバッグ等にも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/databookcomplete/>

² トヨタ自動車の「クルマとリサイクル」

https://global.toyota/pages/global_toyota/sustainability/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人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、CO2 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。

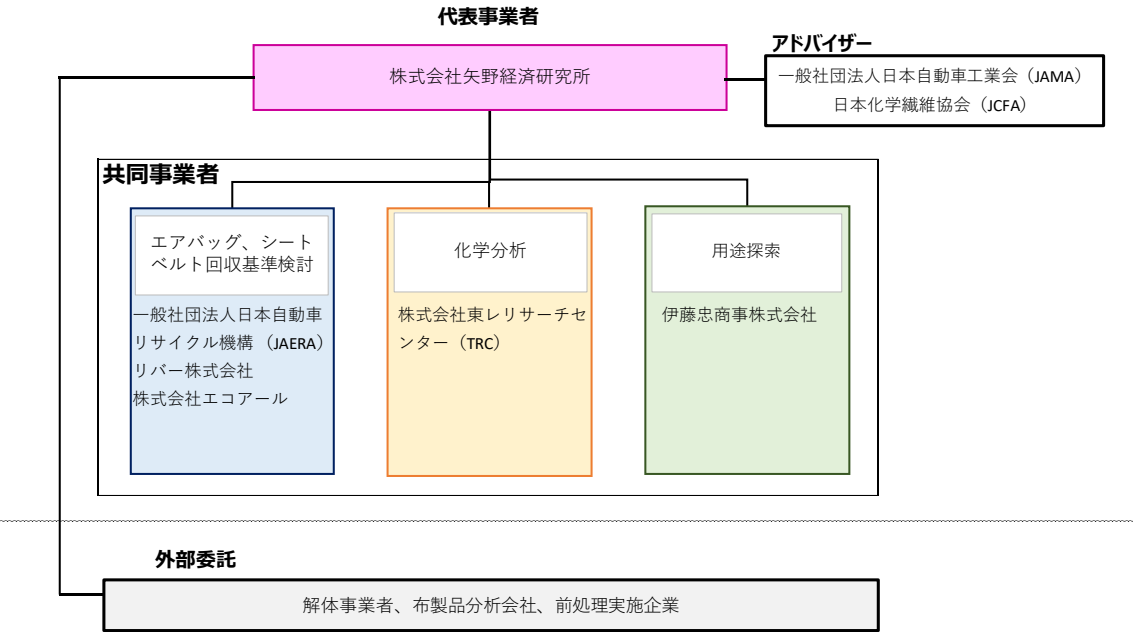


図 1-1.事業実施体制

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。先行検討フェーズで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4～9月 先行検討フェーズ						
			4月	5月	6月	7月	8月	9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	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

2.1.1. 回収と分類方法検討

エアバッグ布・シートベルトの発生、回収見込量を整理把握のうえ、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。まず、エアバッグ、シートベルトの搭載状況を簡単に整理した。

2.1.2. エアバッグ・シートベルト搭載状況

エアバッグが国産車で初めて搭載されたのは、1989 年のホンダのレジェンドである。当時は運転席のみの搭載で、オプション装備であった。エアバッグが標準搭載されるようになったのは 1990 年代であり、2000 年～2009 年が普及期である。

エアバッグは運転席側の搭載から開始したが、現状は助手席、サイド、カーテン、ニーエアバッグ等多くの部位に搭載されている。

エアバッグシステムは、エアバッグ基布と、衝撃を感知するセンサーや衝撃時にエアバッグを膨張させるインフレーターなどによって構成されている。インフレーターには、パイロテクニク（火薬式）、ストアードガス（ガス式）、それらの混合となるハイブリッドの 3 種類がある。

エアバッグに使用される繊維には PA66 と PET の 2 種類がある。元々は PA66 が主流であったが、2021 年ごろから PA66 原料の安定調達が難しくなり、最近の車両には PET 製も使用されるようになっている。エアバッグ布は全て平織りで製造され、エアバッグ基布となる。

エアバッグ基布には、シリコン樹脂をコーティングしたコーティング基布と未加工のノンコート基布がある。エアバッグ基布へのシリコンコートは、通気度を低下させ、気密性を高めることでエアバッグ展開時のガス漏れを防止するために行っている。エアバッグ基布表側にコート機でジェル状のシリコンを塗布し乾燥させている。

エアバッグの布は白、ピンク、青があるが、色付きはシリコンコートによるものである。シリコンノンコートの場合は白色である。メーカー指定色に合わせて、シリコンにピンクや青の顔料を混ぜてコーティング材を基材に塗布している。またシリコンの塗布量も各社により異なる。シリコンの塗布量が多くなると厚みが増すため、多く折りたたまれて収納する箇所（運転席・助手席）ではシリコンノンコート又は塗布量が少ないものが使用

される。一方でカーテンエアバッグは比較的折りたたまれる回数が少ないため、塗布量が多い場合がある。

コーティング材を剥離すれば白い布として回収することができるが、構造上、コーティングが剥離しないように製造しているため、剥離作業は難しいと考えられる。

1990 年～2000 年頃には、一時ウレタンコード製（外観はグレー）のものもあったが、現在は製造されていないとみられる。

運転席のエアバッグは PA66・ノンコート材が多く、一部コーティング材がある。カーテンエアバッグは PET 基布にコーティングが施されているものがある。

エアバッグは 2 枚の布をあわせて製造されるが、製造方法は縫製と圧着の 2 種類がある。

シートベルトは、エアバッグのように各席で仕様の違いはない。シートベルトは糸を製造する際に顔料を入れているが、それらの色は各自動車メーカーにより異なる。繊維は PET が使用され、平織りにより製造される。元々は PA66 が使用されていたが、現状は PET に変化している。



図 2-1.エアバッグの製造方法の違い

出所：矢野経済研究所撮影

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

2.1.3. エアバッグ布・シートベルトの発生、回収見込量

詳しくは 2.2.1 回収テストで説明するが、1 台当たりの回収可能量を把握するため、1 台当たりのエアバッグ布、シートベルトの発生量を計算した。

2022 年度の使用済み自動車（以下 ELV）引取り台数は 2,739.4 千台である。1 サンプルではあるが、セダンのエアバッグ（回収しやすく、必ず搭載されている運転席および助手席）およびシートベルト（使用頻度の低い後部座席）の m²数、重量を計測した。

エアバッグの回収 m²は 0.5999 m²/台、重量は 0.36kg/台、シートベルトの回収 m²は 0.1035 m²/台、重量は 0.14kg/台であった。2022 年度の ELV 発生台数を掛け合わせると、エアバッグの発生 m²は 1,643 千 m²、重量は 986t、シートベルトの発生 m²は 284 千 m²、重量は 384t となる。

回収見込み量については、どれだけの解体事業者が回収に協力してもらえるかがポイントとなる。2023 年 10 月以降の本格事業フェーズにおいて、解体事業者にとって簡単で適切な回収方法等を提案していくことが重要と考える。

表 2-3. 1 サンプル（セダン）での運転席・助手席のエアバッグ回収 m²および重量と、シートベルト（後部座席）回収 m²と重量

項目		①	②	③	④	⑤
		1台の搭載サイズ (m ²)	1台の搭載重量 (kg)	2022年度 ELV台数 (台)	最大発生面積 (千m ²) (①×③÷1000)	最大発生重量 (t) (②×③÷1000)
エアバッグ	運転席	0.2809	0.14	2,739,400	769	384
	助手席	0.319	0.22		874	603
	エアバッグ小計	0.5999	0.36		1,643	986
シートベルト (後部座席)	運転席側・中央・助手席側	0.1035	0.14		284	384
	シートベルト小計	0.1035	0.14		284	384

出所：エコアール計測数値から矢野経済研究所作成

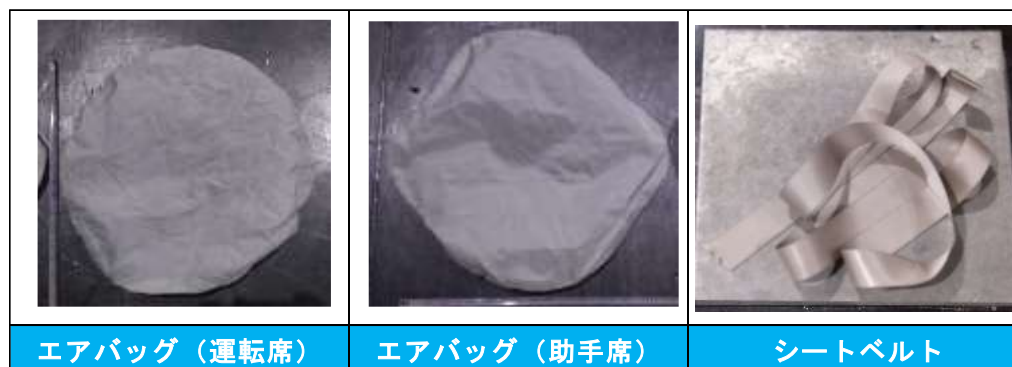


図 2-2.回収したエアバッグおよびシートベルト

出所：エコアール撮影

2.1.4. エアバッグ布・シートベルトの回収対象車種の決定

本格事業フェーズの 2023 年度下期において、以下の条件から合計 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 2-4. 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. 2. 1. 回収テスト

2.4.1 化学物質把握において、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うこととした。そのため、エコアールにおいて、ホンダのフリードのエアバッグ布、シートベルトの回収テストを行った。

なお、通常エコアールではエアバッグを車上に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。またシートベルトを多く回収する目的でも一括作動処理前が望ましい。一括作動処理後は、装着したシートベルトを瞬時に巻き取り、乗員の拘束性能を高める目的で、プリテンショナーが作動し、シートベルトが巻き取られてしまうためである。もしくは一括作動処理後に回収する場合は、可能な限りシートベルトを引き出して固定した状態で行うとよい。

運転席の未展開エアバッグからエアバッグ布を回収した。解体したエアバッグはエアバッグ布と金具がリベット（銀色の留め具）で固定されており、マイナスドライバーとハンマーでリベットをたたいて取り外した。エアバッグ布とインフレーターは金具で固定されており、エアバッグ布の内部に金属の部品がある。袋を広げ、エアバッグ布の穴から金属の部品を取り外した。作業時間は15分程度を要した。作業に慣れれば、作業時間短縮の見込みがある。



図 2-3.エアバッグの分解の様子
出所：エコアール撮影

2.3. 回収基準検討

先述したように、2023 年度下期に実施する本格実証フェーズにおいて、回収を 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こととした。

2.4. 安心・安全の提供

2.4.1. 化学物質把握

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。

一方、エアバッグやシートベルト中に存在する添加剤等の情報は各メーカーのノウハウであるため、市場には出回っておらず、どのような素材が使用され、どのような化学物質が含有するのかという情報が一切ない。そこで、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。

(1) エアバッグの分析

① 試料

試料の写真を図 2-4 に示す。中央部に汚れが見受けられたため、比較的きれいな部分を採取し、分析に供した。

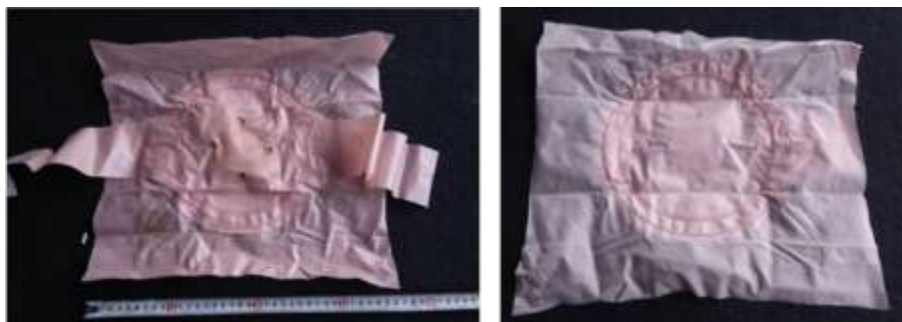


図 2-4.エアバッグの写真

出所：エコアール撮影

② 分析手順

・無機元素・イオン

エアバッグの分析フローを図 2-5 に示す。まずは、試料中に存在する無機元素について調べるために、試料を硫酸・硝酸およびフッ化水素酸で加熱分解し、希硝酸で溶解したのちに ICP 発光分光分析 (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectroscopy) ³および原子吸光分析を行った。Si 元素定量に関しては、別途前処理を行った後に、ICP 発光分光分析を行った。また、特にハロゲンの存在の有無に着目し、XRF (X - ray Fluorescence) 分析⁴を実施した。なお、XRF 測定は、光沢面と非光沢面の両側から分析を実施した。さらに、試料中のイオンについて調べるために、試料に超純水を加えて、室温で 1 時間振とうし、得られた抽出液のイオンクロマトグラフィー (IC) 分析⁵を実施した。

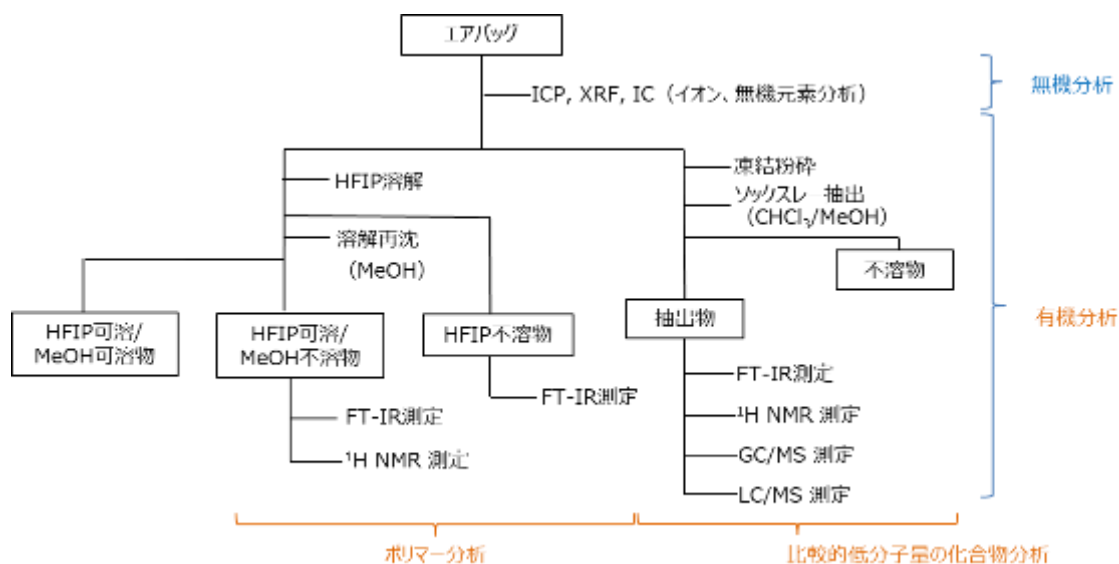


図 2-5.エアバッグの分析フロー図

出所：TRC

・主構成成分（ポリマー）

エアバッグは一般的に PA を原料とする合成繊維とシリコーン樹脂などのコート層から構成されている。それらの構造について調べるために、エアバッグの一部を採取した後に、

³ ICP 発光分光分析 (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectroscopy) = 高周波誘導結合プラズマ (ICP) を光源とする発光分光分析法である。試料溶液を霧状にして Ar プラズマに導入し、励起された元素が基底状態に戻る際に放出される光を分光して、波長から元素の定性、強度から定量を行う。

⁴ XRF (X-ray Fluorescence) 分析 = 各種材料中の元素を非破壊で迅速に定性・定量分析できる手法。

⁵ イオンクロマトグラフィー (IC) 分析 = 水溶液中の無機イオン、低分子有機酸、低分子アミン類を高感度で定量できる手法。

HFIP (Hexafluoro-2-propanol) を添加した。PA や PA 中添加剤は HFIP に可溶である一方、シリコン樹脂は HFIP に不溶とされている。HFIP 不溶物を回収し、IR (Infrared Spectroscopy) 測定⁶を実施することで、コート層の構造確認を行った。一方、HFIP 可溶物中には PA および有機添加剤が存在すると予想される。HFIP 溶液にメタノールを添加し、不溶物として PA を回収した後に IR および ¹H NMR (Nuclear Magnetic Resonance) 測定⁷を行うことによって、PA の構造確認を行った。

・ 添加剤・低分子量化合物

添加剤等の低分子量化合物を抽出するために、エアバッグを凍結粉碎したのちに、クロロホルム/メタノール混液を用いたソックスレー抽出を行った。得られた抽出物について、IR, ¹H NMR, GC/MS (Gas Chromatography / Mass Spectrometry) ⁸, LC/MS (Liquid Chromatography / MS) 測定⁹を行い、添加剤等の低分子量化合物の定性分析を実施した。各工程において重量測定を行い、重量比率算出を行った結果を表 2-5 に示す。

表 2-5.エアバッグ 前処理における各重量比

項目	重量比
HFIP 不溶物* ¹	18.9 wt%
HFIP 可溶-メタノール不溶物* ¹	79.0 wt%
HFIP 可溶-メタノール可溶物* ¹	2.1 wt%
ソックスレー抽出物量* ²	2.7 wt%

*¹ : 溶解再沈で分離された各分画の重量合計を 100%として算出

*² : ソックスレー抽出物の重量比

出所 : TRC

⁶ IR (Infrared Spectroscopy : FT-IR) 測定＝赤外光を物質 (分子) に照射すると赤外光のある波長域がその物質に吸収される。吸収される赤外光の波長と吸収される程度 (吸光度または透過率) は物質によって異なることを利用して、官能基の定性分析や化学構造の情報を得ることが可能である。

⁷ ¹H NMR (Nuclear Magnetic Resonance) 測定＝核磁気共鳴現象を利用して得られるスペクトルで、有機化合物中の ¹H 核や ¹³C 核 (場合によりその他の核) の情報を豊富に含んでいる。

⁸ GC/MS (Gas Chromatography / Mass Spectrometry) ＝移動相に気体を用いる手法である。GC 法では成分ごとの分離は、主に分析対象成分の蒸気圧とその化合物のカラム固定相への親和性の差を用いて行われる。

⁹ LC/MS (Liquid Chromatography / MS) 測定＝移動相に液体を用いる手法である。検出器に質量分析計を接続する (LC/MS) ことにより、分離した各成分の質量情報を得ることが出来る。

③ 分析結果

・無機元素・イオン

ICP 発光分光分析および原子吸光分析の結果を表 2-6 に示す。Si 含有量は 52500 µg/g であった。この Si が全てシリコンコート層（ポリジメチルシロキサン骨格）と仮定した場合、シリコンコート層はエアバッグ全体の 14%程度と概算された。

表 2-6. エアバッグ ICP 測定結果

エアバッグ（無機元素）		エアバッグ（無機元素）	
成分	濃度（µg/g）	成分	濃度（µg/g）
Na	10	Fe	400
Mg	7	Co	-
Al	20	Cu	60
Si	52500	Zn	50
P	50	Sr	0.5
K	300	Zr	0.6
Ca	20	Sb	-
Ti	100	Ba	0.5
Mn	0.9		

出所：TRC

Si 以外では、K (300 µg/g)、Ti (100 µg/g)、Fe (400 µg/g)、Cu (60 µg/g) が比較的多く検出された。一般的に PA の耐熱材として、CuI や KI が使用される。後述の XRF 測定において I が検出されたため、K および Cu は耐熱材由来と推定された。Ti に関しては顔料である TiO₂ 由来の可能性がある。また、Fe に関しては、顔料であるベンガラ (Fe₂O₃) 由来の可能性がある。エアバッグの外観がピンク色であることもベンガラ由来と推定した一因である。

その他成分の由来については不明ではあるが、検出量が少量であることより、環境等からのコンタミネーションである可能性も考えられた。

XRF 測定の結果を表 2-7 に示す。光沢面側から Si が多く検出されていることより、光沢面がシリコンコート層であることがわかる。I (1000 µg/g) が検出されているが、これは、前述のように耐熱材に由来すると推定された。Mg、Al、Ca および Ti に関しては、エアバッグの光沢面側で比較的多く検出されたため、シリコンコート層に存在すると推定された。ただし、その由来については本分析では不明である。

IC 測定の結果を表 2-8 に示す。数 ppm レベルでイオンの検出が確認されたものの、全て微量であった。インフレーター由来成分として検出される可能性のあるグアニジウムイオン、アンモニウムイオンに関しては検出下限値以下であった。また、同様にインフレーター由来成分として検出される可能性のある硝酸イオン (NO₃) は微量検出されたものの、グアニジウムイオンやアンモニウムイオンが検出されなかったことより、コンタミネーションの可能性が考えられた。

表 2-7. エアバッグ XRF 測定結果

	エアバッグ (光沢面)	エアバッグ (非光沢面)
成分	濃度 (µg/g)	
Mg	100	-
Al	100	10
Si	310000	30000
P	50	90
S	50	10
K	600	500
Ca	50	-
Ti	300	90
Fe	800	400
Cu	100	70
I	1000	1000

出所：TRC

表 2-8. エアバッグ IC 測定結果

エアバッグ (アニオン)		エアバッグ (カチオン)	
成分	濃度 (μg/g)	成分	濃度 (μg/g)
F ⁻	<0.5	NH ₄ ⁺	<0.5
酢酸	3	グアニジウムイオン	<1
ギ酸	5	メチルアミン	-
Cl ⁻	4	トメチルアミン	<1
NO ₂ ⁻	2	テトラメチルアンモニウム	<3
Br ⁻	<0.5		
NO ₃ ⁻	2		
SO ₄ ²⁻	3		
シュウ酸	0.8		
PO ₄ ³⁻	<1		

出所：TRC

・主構成成分（ポリマー）

HFIP 不溶物の IR スペクトルおよび HFIP 可溶-メタノール不溶物の ¹H NMR スペクトルをそれぞれ図 2-6 および図 2-7 に示す。HFIP 不溶物の IR スペクトルでは、-CH₃ や Si-CH₃、Si-O-Si に由来する吸収が観測され、ジメチルシロキサン骨格を有するシリコンであることが確認された。また、HFIP 可溶/不溶によって、シリコン層をある程度の精度で分離することが可能であることも判明した。

HFIP 可溶-メタノール不溶物の ¹H NMR スペクトルでは、ピーク Na~Ne が検出されたことより、PA66 であることが確認された。

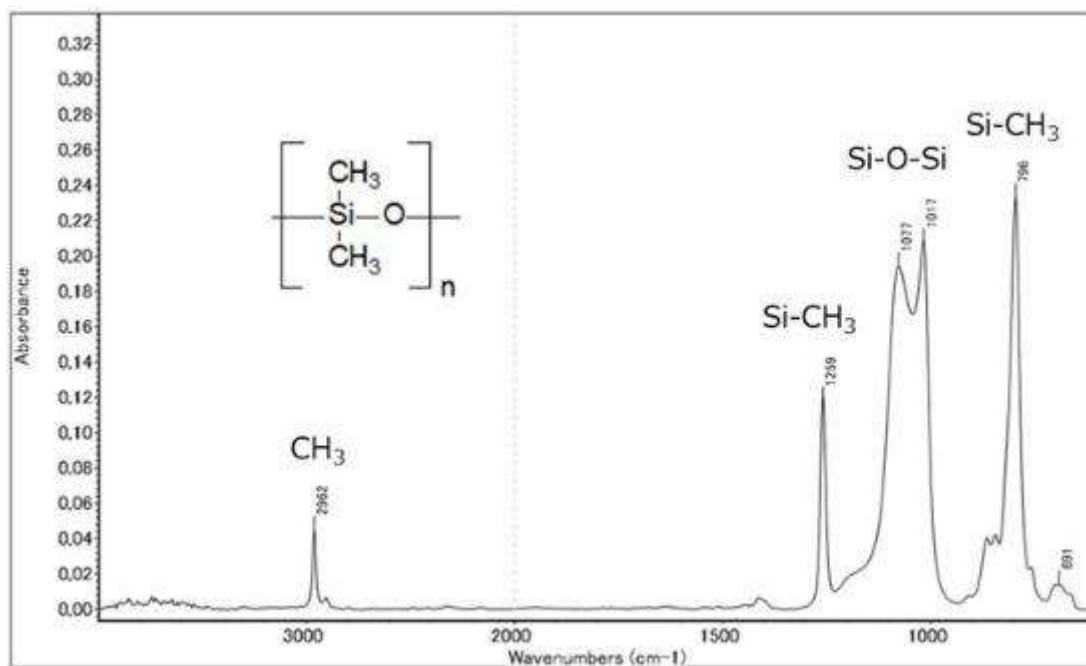


図 2-6.エアバッグ HFIP 不溶物の IR スペクトル

出所：TRC

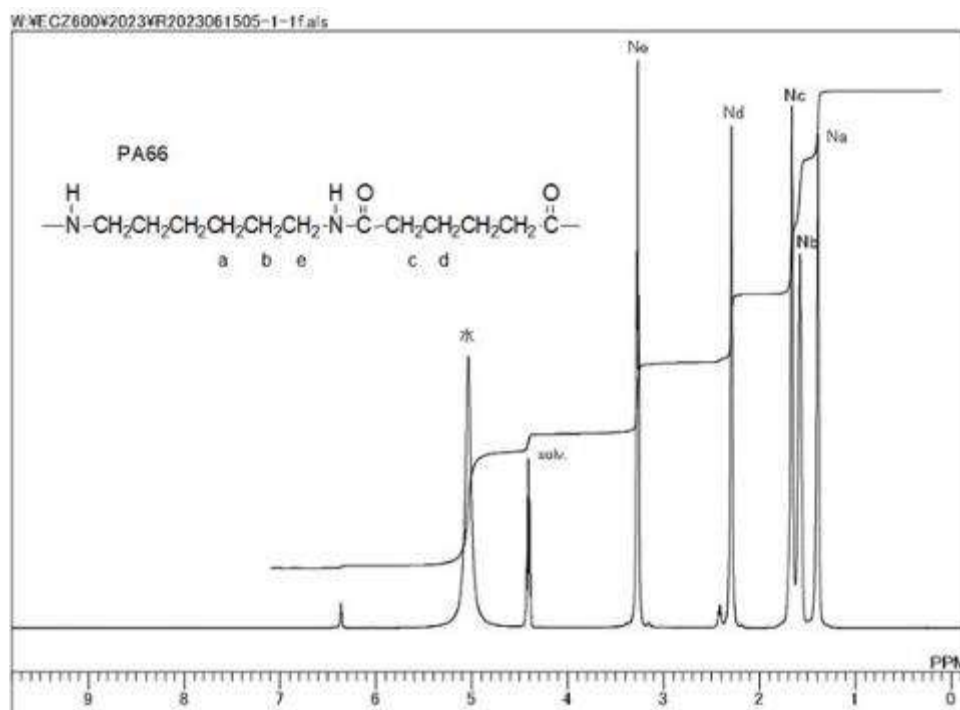


図 2-7.エアバッグ HFIP 可溶-メタノール不溶物の ^1H NMR スペクトル

出所：TRC

・添加剤・低分子量化合物

ソックスレー抽出物の ^1H NMR スペクトルを図 2-8 に示す。ピーク Sa および Na~Ne が検出され、シリコーンおよび PA66 のオリゴマーが主に存在すると推定された。その他添加剤に由来するピークは観測されず、存在しても極微量 ($2.7\% \times 0.01 = 0.027\%$ 以下) であると推定された。

次に、ソックスレー抽出物の GC/MS 測定を行った結果を図 2-9 に示す。シリコーンおよび PA66 のオリゴマー以外にも、可塑剤であるフタル酸系化合物が検出された。また、PA6 由来成分も検出されたことより、一部 PA6 も存在すると推定された。

最後に、ソックスレー抽出物の LC/MS 測定を行った結果を図 2-10 に示す。GC/MS で検出された成分以外にも、離型剤や抗菌剤由来と推定される成分が検出された。ただし、ピーク強度が弱く、これらの成分は少量であると予想された。

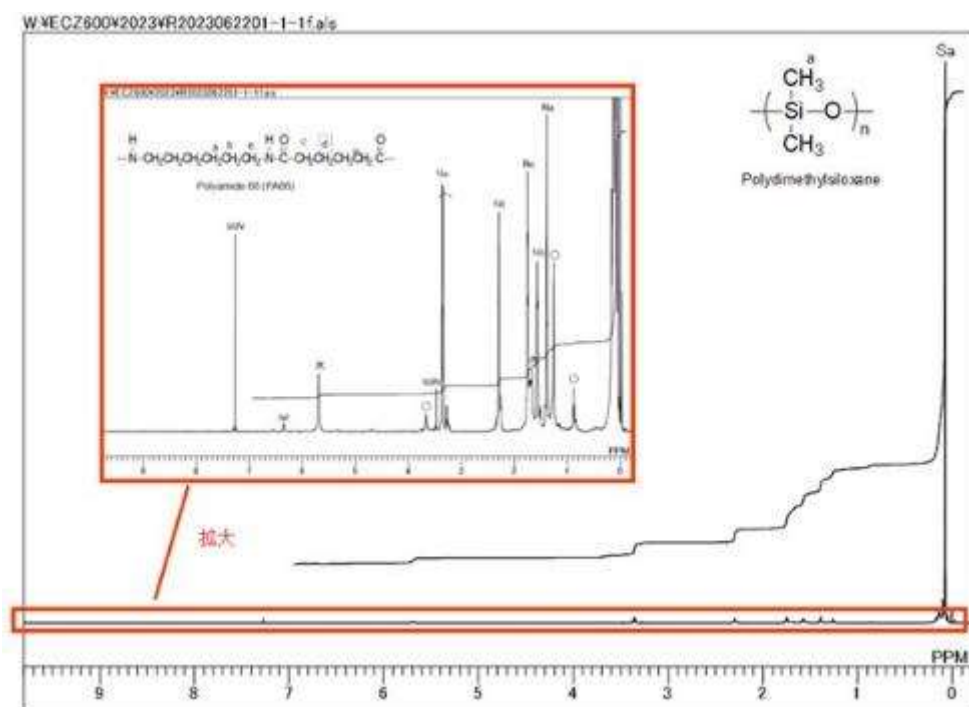


図 2-8.エアバッグ ソックスレー抽出物の ^1H NMR スペクトル
出所：TRC

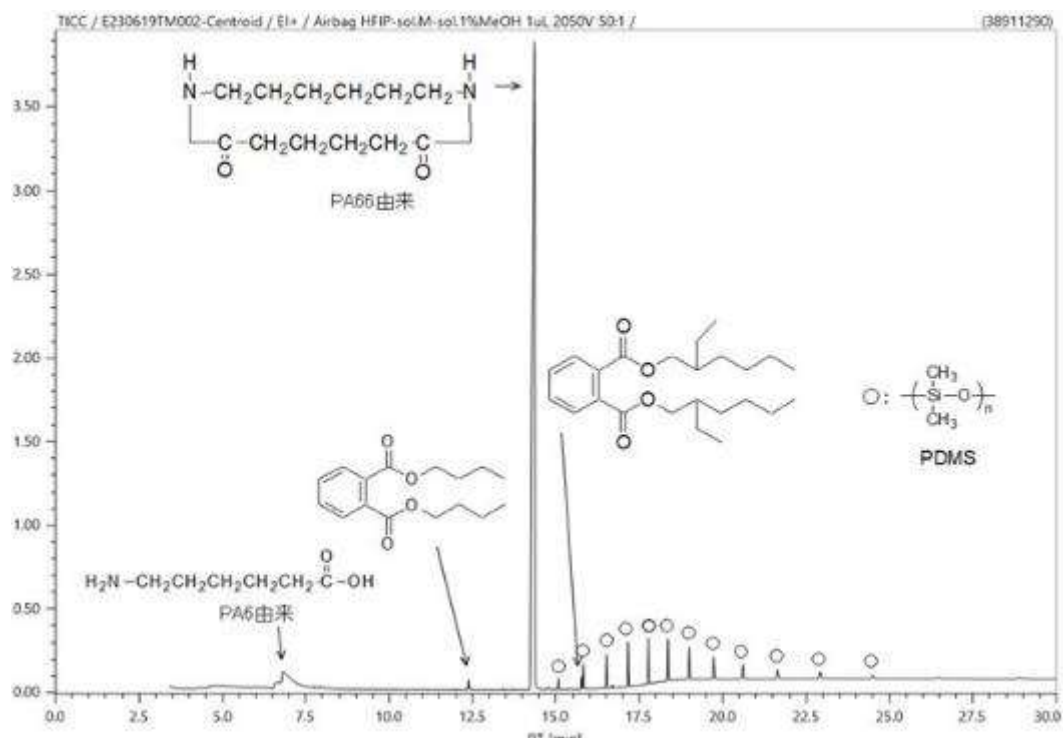


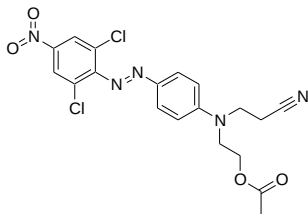
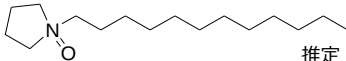
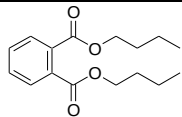
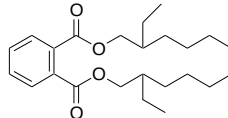
図 2-9.エアバッグ ソックスレー抽出物の GC/MS 測定結果
出所：TRC

④ まとめ

組成分析を行った結果のまとめを表 2-9 主構成成分としては、PA66 と PDMS から構成されており、ナイロンの耐熱材として CuI や KI、顔料として TiO₂ や Fe₂O₃ が存在すると推定された。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、それらの含有量は極微量であると考えられた。

表 2-9 に示す。主構成成分としては、PA66 と PDMS から構成されており、ナイロンの耐熱材として CuI や KI、顔料として TiO₂ や Fe₂O₃ が存在すると推定された。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、それらの含有量は極微量であると考えられた。

表 2-9. エアバッグ分析結果まとめ

推定分類/用途	成分名/組成式	推定構造式
樹脂	Polyamide 66	$\text{—}\overset{\text{H}}{\text{N}}\text{—CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{—}\overset{\text{H}}{\text{N}}\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C—CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C—}$
	(PA66)	オリゴマーも検出 $\text{—}\overset{\text{H}}{\text{N}}\text{—CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C—}$ 微量
シリコーンコーティング	Polydimethylsiloxane (PDMS)	$\left(\text{Si} \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{—O—} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} \right)_n$
染料	Disperse Orange 30	 推定
抗菌剤（推定）	C ₁₆ H ₃₃ NO	 推定
可塑剤	Dibutyl phthalate	
	Bis(2-ethylhexyl) phthalate	
離型剤（推定）	Tetradecanamide	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C—NH}_2$
	Oleamide	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH=CH}(\text{CH}_2)_7\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C—NH}_2$
	Tetradecanoic acid	
	Oleic acid	

成分	濃度 (μg/g)	成分	濃度 (μg/g)
Si	52500 (5.3%)	K	300
I	1000	Ti	100
Fe	400	Cu	60

出所：TRC

(2) シートベルトの分析

① 試料

試料の写真を図 2-11 に示す。汚れ具合に場所斑はなかったため、適宜必要量を採取の上、各分析に供した。



図 2-11.シートベルト写真

② 分析手順

・無機元素・イオン

シートベルトの分析フローを図 2-12 に示す。まずは、試料中に存在する無機元素について調べるために、試料を硫酸・硝酸およびフッ化水素酸で加熱分解し、希硝酸で溶解したのちに ICP 発光分光分析および原子吸光分析を行った。Si 元素定量に関しては、別途前処理を行った後に、ICP 発光分光分析を行った。また、特にハロゲンの存在の有無に着目し、XRF 分析を実施した。なお、XRF 測定は、エアバッグとは異なり、片面のみ分析を行った。さらに、試料中のイオンについて調べるために、試料に超純水を加えて、室温で 1 時間振とうし、得られた抽出液の IC 分析を実施した。

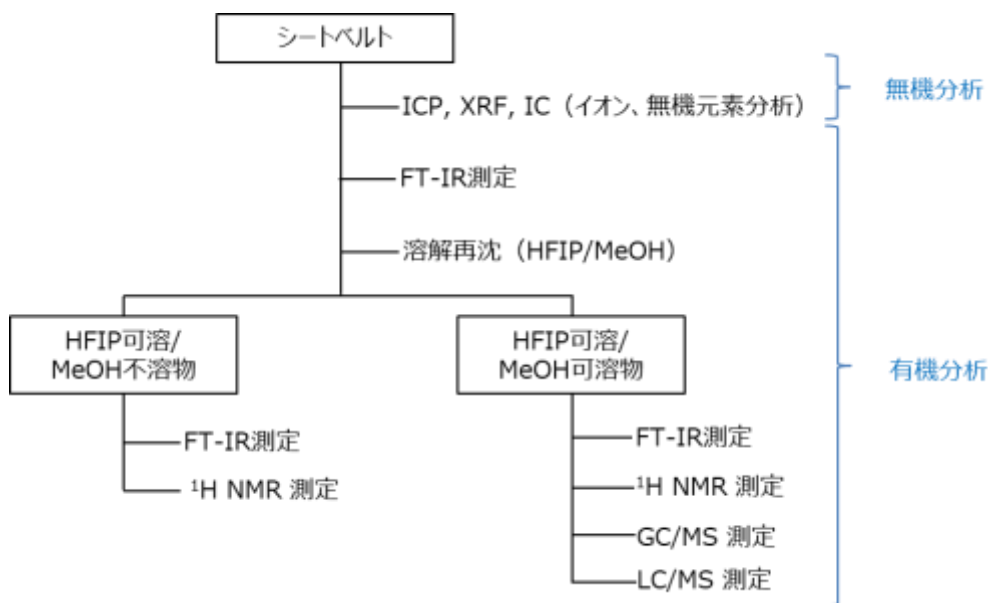


図 2-12.シートベルトの分析フロー図

出所：TRC

・ 主要成分（ポリマー）

シートベルトは一般的にポリエステルから構成されている。その構造について調べるために、シートベルトの一部を採取した後に、HFIP を添加した。次に、メタノールを添加し、不溶物としてポリエステルを回収した。不溶物について IR および ^1H NMR 測定を行うことによって、ポリエステルの構造確認を行った。

・ 添加材・低分子量化合物

主要成分（ポリマー）分析時の HFIP 可溶-メタノール可溶物中にはオリゴマーおよび比較的分子量の低い添加剤が含まれると考えられる。IR、 ^1H NMR、GC/MS、LC/MS 測定を行い、添加剤等の低分子量化合物の定性分析を実施した。

各工程において重量測定を行い、比率算出を行った結果を表 2-10 に示す。

表 2-10. シートベルト 前処理における各重量比

項目	重量比
HFIP 可溶-メタノール不溶物	99.3%
HFIP 可溶-メタノール可溶物	0.7%

出所：TRC

③ 分析結果

・無機元素・イオン

ICP 発光分光分析および原子吸光分析の結果を表 2-11 に示す。Ti (200 $\mu\text{g/g}$)、Sb (200 $\mu\text{g/g}$) が比較的多く検出された。Ti に関しては、エアバッグ様に TiO₂ に由来する可能性が考えられる。Sb に関しては、ポリマー（後述のように PET）の触媒由来と推定された。

その他成分の由来については不明ではあるが、検出量が少量であることより、環境等からのコンタミネーションである可能性も考えられた。

表 2-11. シートベルト ICP 測定結果

シートベルト（無機元素）		シートベルト（無機元素）	
成分	濃度 ($\mu\text{g/g}$)	成分	濃度 ($\mu\text{g/g}$)
Na	30	Fe	20
Mg	1	Co	8
Al	6	Cu	-
Si	40	Zn	2
P	20	Sr	0.2
K	3	Zr	-
Ca	3	Sb	200
Ti	200	Ba	-
Mn	2		

出所：TRC

XRF 測定の結果を表 2-12 に示す。XRF で算出された各元素の検出量が ICP 分析の結果よりも多い傾向にある。XRF 測定では、試料の比較的表面部分が測定対象であることより、XRF で検出量が多くなっている元素（例えば Na, Al, Si, K, Ca, Br）などは、表面汚染物もしくは、染料中に存在する成分である可能性が考えられた。Br に関しては、後述の LC/MS 測定の結果より、染料由来と推定された。

IC 測定の結果を表 2-13 に示す。硫酸イオン、シュウ酸イオン以外のイオンの検出量は数 ppm レベルで微量であった。硫酸イオン、シュウ酸イオンの由来は不明である。

表 2-12. シートベルト XRF 測定結果

シートベルト (元素)		シートベルト (元素)	
成分	濃度 (μg/g)	成分	濃度 (μg/g)
Na	500	Fe	30
Al	100	Co	20
Si	300	Br	50
P	30	Sb	40
S	90		
Cl	200		
K	20		
Ca	20		
Ti	300		

出所 : TRC

表 2-13. シートベルト IC 測定結果

シートベルト (アニオン)		シートベルト (カチオン)	
成分	濃度 (μg/g)	成分	濃度 (μg/g)
F ⁻	<0.5	NH ₄ ⁺	5
酢酸	<2	グアニジウムイオン	<1
ギ酸	<0.5	メチルアミン	<3
Cl ⁻	0.7	トメチルアミン	<1
NO ₂ ⁻	<0.5	テトラメチルアンモニウム	<3
Br ⁻	<0.5		
NO ₃ ⁻	7		
SO ₄ ²⁻	30		
シュウ酸	20		
PO ₄ ³⁻	<1		

出所 : TRC

・主構成成分 (ポリマー)

HFIP 可溶・メタノール不溶物の ¹H NMR スペクトルを図 2-13 に示す。¹H NMR スペクトルでは、ピーク Ta, Ea が検出されたことより、PET が主成分であることが確認された。また、ピーク Da, b も微小に検出されたことより、ジエチレングリコール骨格も存在すると推定された。

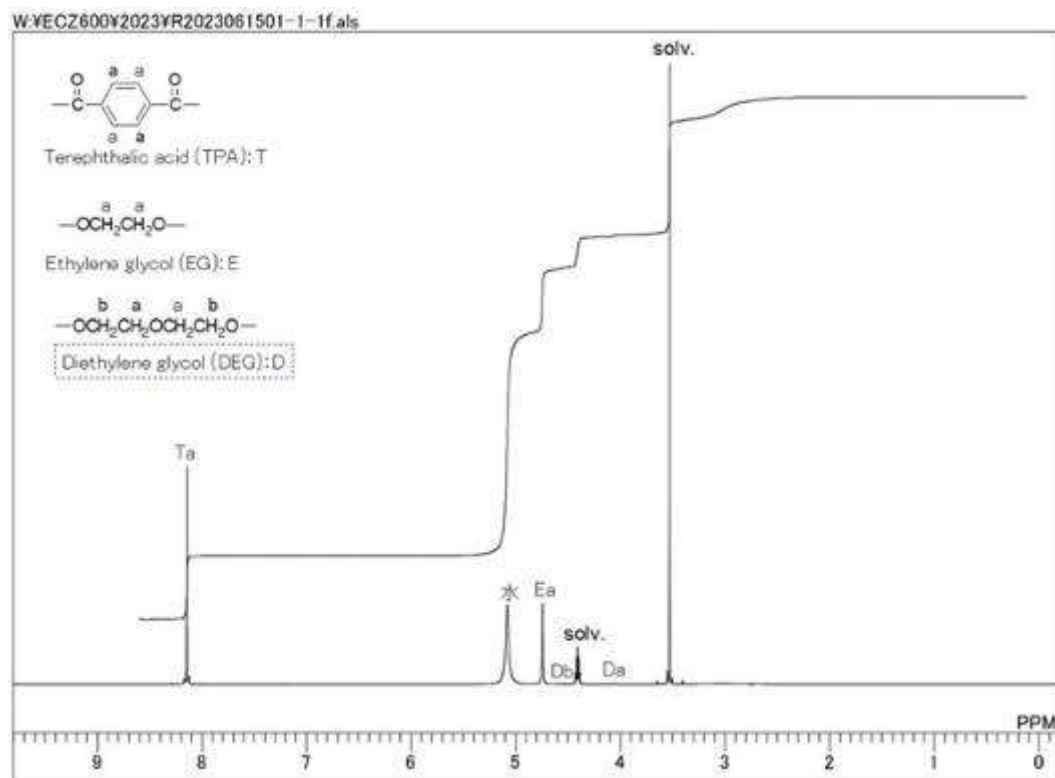


図 2-13. シートベルト HFIP 可溶-メタノール不溶物の ^1H NMR スペクトル
出所：TRC

・添加剤・低分子量化合物

HFIP 可溶-メタノール可溶物の ^1H NMR スペクトルを図 2-14 に示す。ピーク Ta, Ea が観測されたことより、PET オリゴマーが存在することが推定された。それ以外にも、メチル基やメチレン基、エステル結合や窒素原子隣接のメチレン基等、酸素原子隣接のメチレン基等、エステル結合の酸素原子隣接のメチレン基等、芳香環由来と推定されるピークが多数検出されたため、HFIP 可溶-メタノール可溶物中には、様々な成分が存在すると考えられた。

次に、HFIP 可溶-メタノール可溶物の GC/MS 測定を行った結果を図 2-15 に示す。PET オリゴマー以外にも、フタル酸エステル系可塑剤、染料と推定されるピークが比較的高強度に検出された。

最後に、ソックスレー抽出物の LC/MS 測定を行った結果を図 2-16 に示す。数多くのピークが観測されているのがわかる。それぞれのピークのマススペクトルについて解析を行い、推定された構造を図 2-17 に示す。GC/MS 測定での検出成分以外のフタル酸エステル系可塑剤や多数の染料、界面活性剤などが検出された。

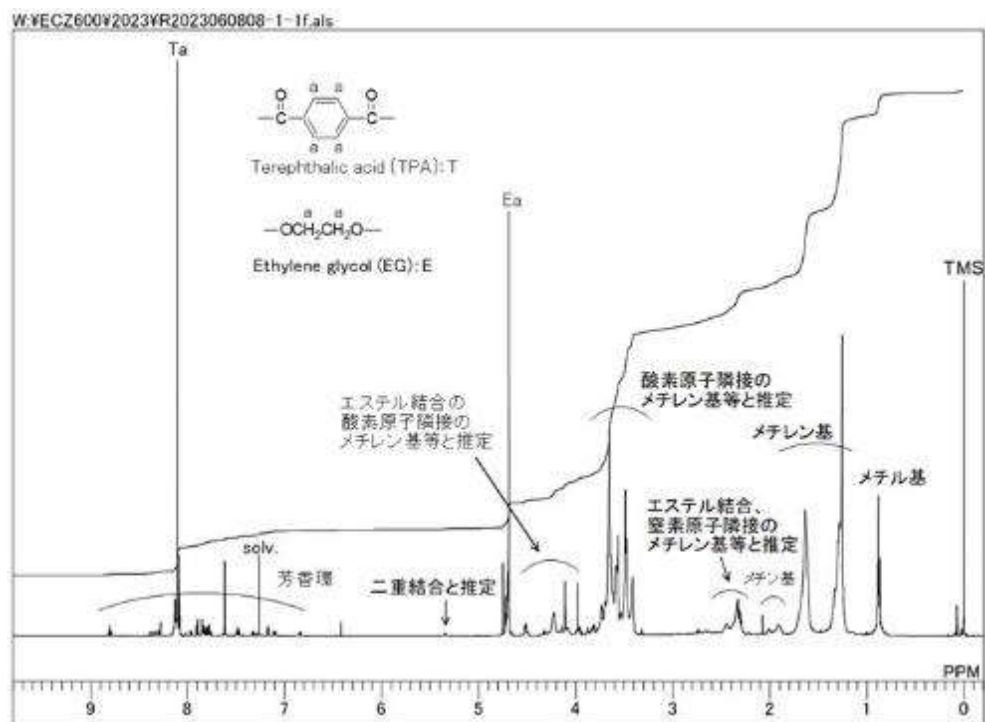


図 2-14. シートベルト HFIP 可溶-メタノール可溶物の ^1H NMR スペクトル

出所：TRC

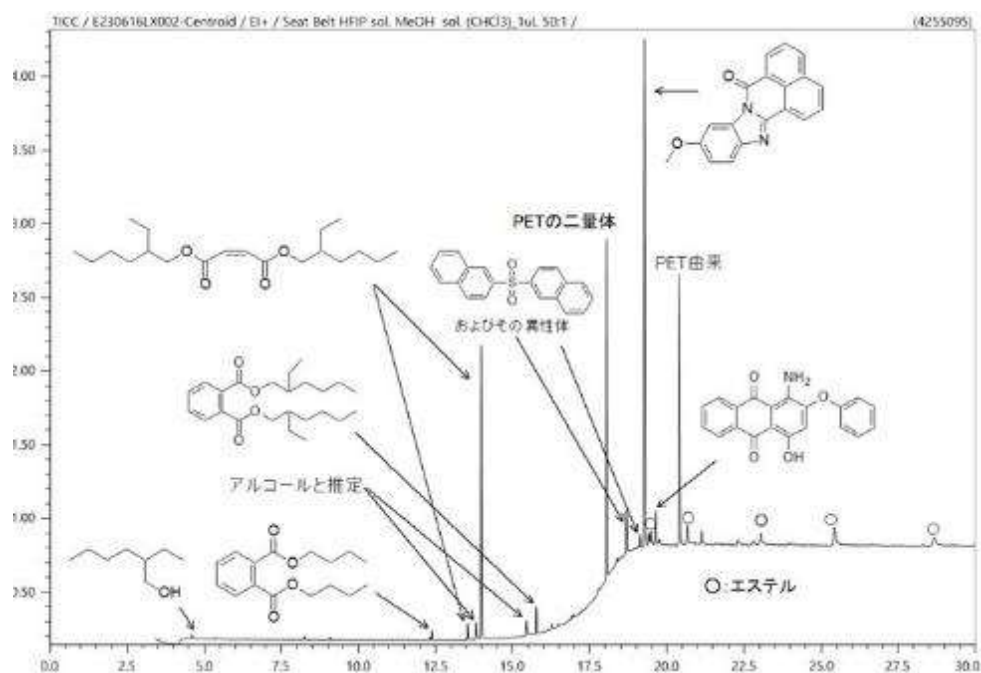


図 2-15. シートベルト HFIP 可溶-メタノール可溶物の GC/MS 測定結果

出所：TRC

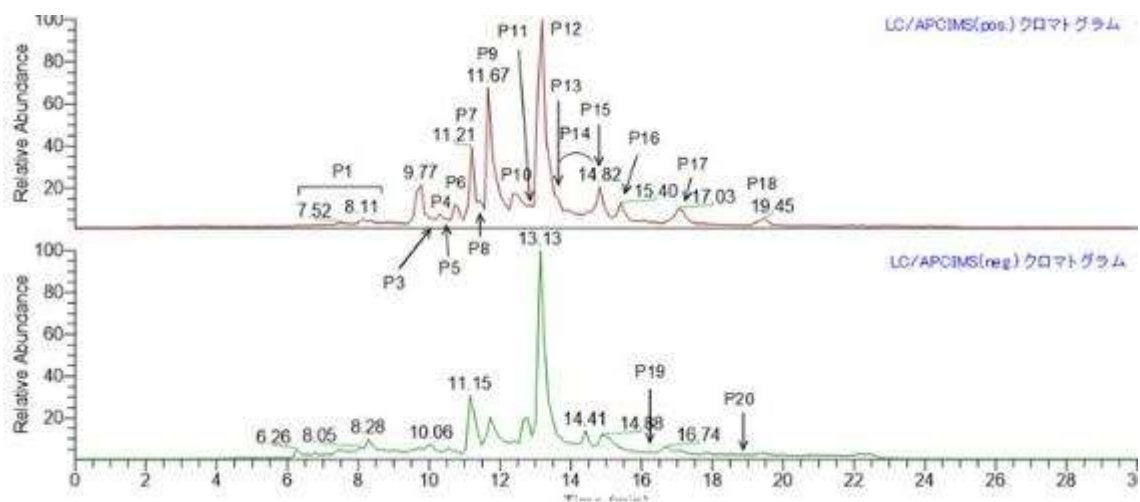


図 2-16. シートベルト HFIP 可溶-メタノール可溶物の LC/MS 測定結果
出所：TRC

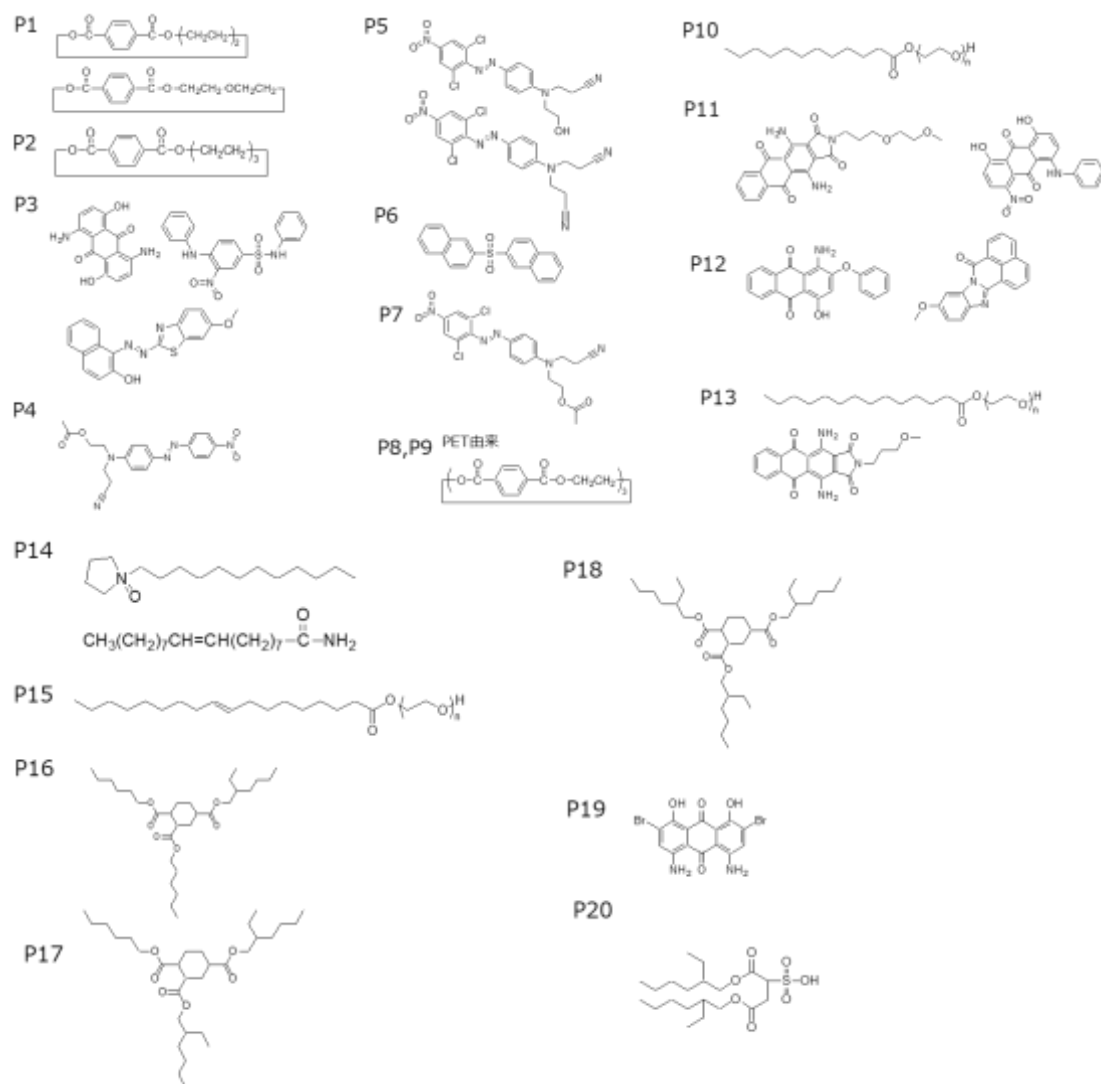
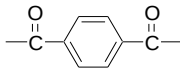
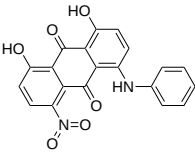
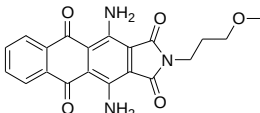
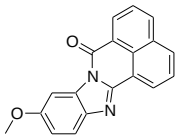
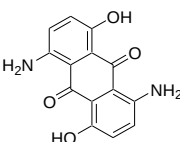
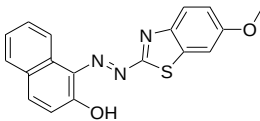
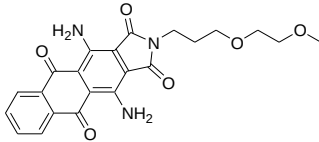
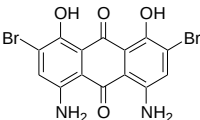


図 2-17. シートベルト HFIP 可溶-メタノール可溶物の LC/MS 測定 構造解析結果
出所：TRC

④ まとめ

組成分析を行った結果のまとめを表 2-14、表 2-15、表 2-16 に示す。主構成成分は 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ると推定された。

表 2-14.シートベルト 分析結果まとめ (1/3)

推定分類/用途	成分名/組成式	推定構造式
樹脂	Poly(ethylene terephthalate) (PET)	
		$\text{—OCH}_2\text{CH}_2\text{O—}$
		$\text{—OCH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{O—}$ 微量
染料 (青)	Disperse Blue 77	
	Disperse Blue 60	
	C19H12N2O2	
	C14H10N2O4	
	C18H13N3O2S	
	C22H21N3O6	
	C14H8Br2N2O4	

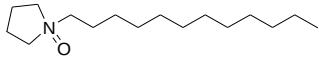
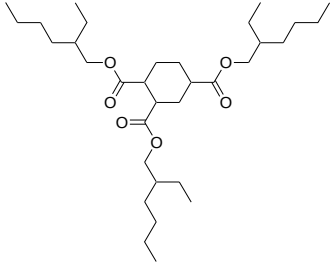
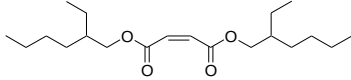
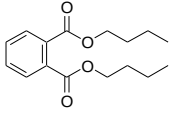
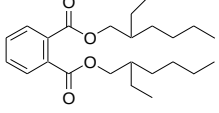
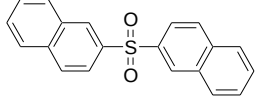
出所 : TRC

表 2-15. シートベルト 分析結果まとめ (2/3)

推定分類/用途	成分名/組成式	推定構造式
染料(青)	Disperse Yellow 42	
	Disperse Yellow 163	
	C19H19N5O4	
	C17H15Cl2N5O3	
染料(赤)	Disperse Red 60	
染料(オレンジ)	Disperse Orange 30	
界面活性剤	Docusate	
	Glycol laurate	
	Glycol myristate	
	Glycol oleate	

出所：TRC

表 2-16. シートベルト 分析結果まとめ (3/3)

推定分類/用途	成分名/組成式	推定構造式
抗菌剤	C ₁₆ H ₃₃ NO	
可塑剤	C ₃₃ H ₆₀ O ₆	
	Bis(2-ethylhexyl) fumarate	
	Dibutyl phthalate	
	Bis(2-ethylhexyl) phthalate	
滑剤	Oleamide	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{C}(=\text{O})\text{NH}_2$
不明	Binaphthyl sulfone	

成分	濃度 (μg/g)	成分	濃度 (μg/g)
SO ₄ ²⁻	30	Ti	200
シュウ酸	20	Sb	200

出所：TRC

(3) 2023 年度の本格事業フェーズでの分析項目

分析結果より、エアバッグに関しては、可塑剤、染料、溶出する可能性のある金属成分が安心・安全に影響を与える可能性がある物質として挙げられる。なお、インフレーター作動後にリサイクルされる可能性を考慮すると、イオン性成分も着目すべきと考えられる。一方、シートベルトに関しては、可塑剤、染料、界面活性剤が安全・安心に影響を与える可能性がある。特に染料に関しては、様々な化合物が使用される可能性が示唆されたため、きっちりと規制対象物質の存在の有無確認をすべきと考える。

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、TRC ではエアバッグについては GC/MS、LC/MS、ICP-AES、IC 分析を、シートベルトに関しては 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 2-17 にまとめる。

表 2-17. 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	○	—
	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	○	—
カケン テスト セン ター	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剤生殖毒性	○	○
	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

2.5. 払い出し品質の安定化

2.5.1. 前処理検討

現状では、エアバッグやシートベルトを製品（素材）として利用する場合、回収後、洗濯機で洗ったり、製品サイズにカットするという前処理作業が行われている。

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。

2.6. 今後の調査等実施における課題および解決方法

2.6.1. 今後の調査等実施における課題

実施における課題を表 2-18 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の整理とともに適切な解決方法を検討していく。

表 2-18.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

2.6.2. 課題の解決方法

課題の解決方法を表 2-19 に示す。

表 2-19.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