

# 防水・防風・透湿性**GORE-TEX** ジャケットの ライフサイクルアセスメント

## サマリーレポート

DIN EN ISO 14040に準拠

W.L Gore & Associates（ゴア） ファブリクス・ディビジョンは、健全な科学に則り、製品の環境負荷の継続的な改善に積極的に取り組んでいる。その取り組みを支えるため、ファブリクス・ディビジョンの主な事業分野である消費者向け機能性アウターウェアを代表する機能性**GORE-TEX** ジャケットを対象に、ライフサイクル全体（いわゆる、「ゆりかごから墓場まで」）を対象としたライフサイクルアセスメント（LCA）を実施した。

ライフサイクルアセスメントとは、原材料の採取、加工、製造から、使用を経て廃棄されるまで、製品の様々なライフサイクル全体または特定段階における総環境負荷を評価する標準的手法である。

本レポートでは、ゴア ファブリクス・ディビジョンが機能性アウターウェアを対象に1992年以降実施しているLCAについて、前回の内容を更新し補足した。**GORE-TEX** ブランドのアパレル製品の環境性能を評価し、環境に及ぼす負荷を改善・最適化する機会の特定を目的としている。

手法やデータセットは、Öko-Institut Freiburg e.V.からガイダンスの提供を受けた。

本レポートは、ライフサイクルアセスメント認定専門家（LCACP）であり、Institute for Environmental Researchの責任者を務めるリタ・シェンク博士による第三者クリティカルレビューを受けた。Institute for Environmental Researchは、米ワシントン州バション島を拠点とする独立NPO法人である。

# 1 目的

## 1.1 主な目的

このLCAの主な目的は以下のとおりである：

- GORE-TEX ブランドのアパレルおよびフットウェアの環境性能を評価する
- GORE-TEXのアウトドア ガーメント1着について、ライフサイクル全体を通じた環境負荷の詳細な報告書を提供する
- ゴアのファブリクス製品が与える環境負荷の将来の改善機会を特定する

## 1.2 研究内容の更新

本研究では、ゴア ファブリクス・ディビジョンが機能性アウターウェアを対象に実施した過去のLCAの内容を以下の方法によって更新し補足している：

- bluesign technologiesから提供された染色および仕上げに関する最新データ一式を用いてデータ品質を向上
- 使用段階の詳細を追加
- 機能性アウターウェアに加え、フットウェアも対象

業界内で公表される機能性アパレルのLCA結果としては、これが初となる予定である。

# 2 プロダクトシステム

私たちは数多くあるGORE-TEX製品の代表として、防水透湿ジャケットをモデル化することにした。結果として北米で販売されているジャケットを選び、販売地域に合わせて、北米での利用および利用後のシナリオをモデルケースとした。

仕様：

- シームシーリング済み
- ジップイン対応
- 調節可能かつ取り外し可能なドロップフード、フェイスプロテクションは低め
- 襟当て付き
- センターフロントジップ、ベルクロ®フラップの二重構造
- ピットジップ（脇下ベンチレーション）
- 上腕部ポケット、胸部分にジップ付き内ポケット
- 平均重量：900g
- 着丈：30インチ
- 生地：94 g/m<sup>2</sup> ナイロン、134 g/m<sup>2</sup> ナイロン
- 2層GORE-TEX パフォーマンスシェルファブリクス



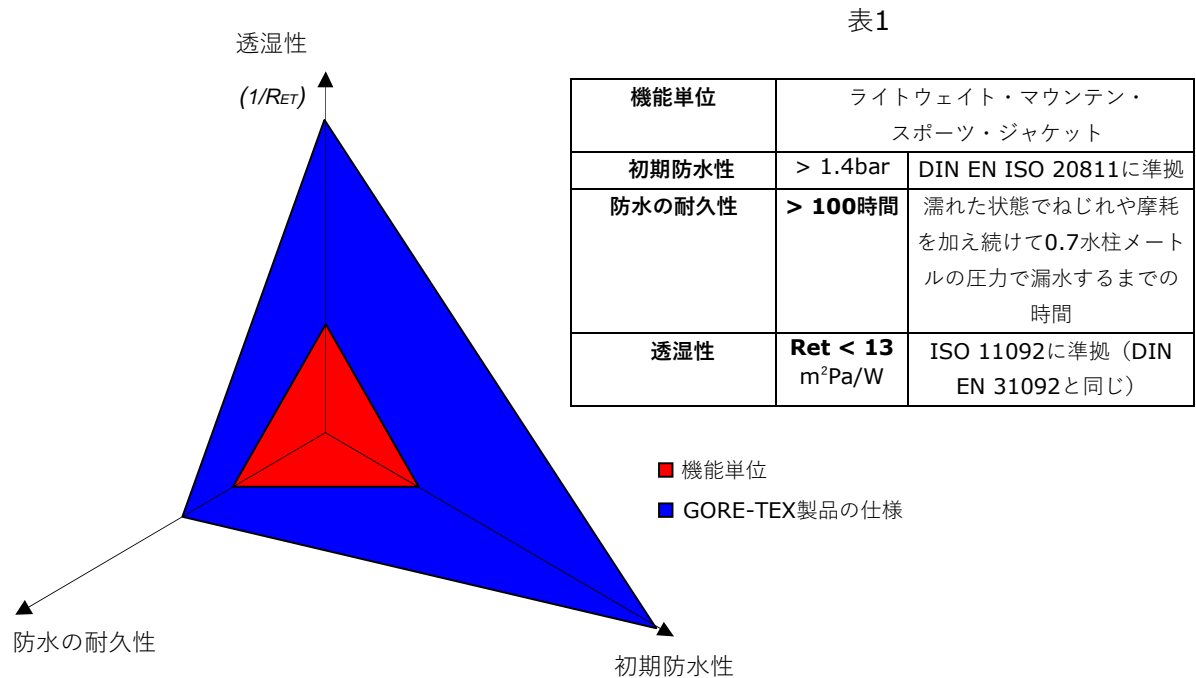
使用期間は5年と想定する。

### 3 機能単位

機能単位とは、製品の機能を決定し、定量化するための基準である。本研究では機能単位を、「防風、防水、透湿性のあるアウターガーメント1着を5年間使用する」と定義した。

機能単位は投入資源や排出物を関連づける基準となる。機能単位には、同等の機能を有する2つの製品の比較基準になるというメリットがある。

ジャケットは、表1に記載の最低限の性能を常に満たしつつ、年に2回単独で洗濯し、撥水剤を施してタンプル乾燥し、5年間使用すると想定する。



本研究では、前回の研究で収集したライフサイクル・インベントリ・データを更新した。業界平均データの更新に加え、可能な限り業界データを工場の実データに置き換えている。本研究では、防風、防水、透湿性「オールラウンダー」マウンテン・スポーツ・ジャケット1着について評価を行った。

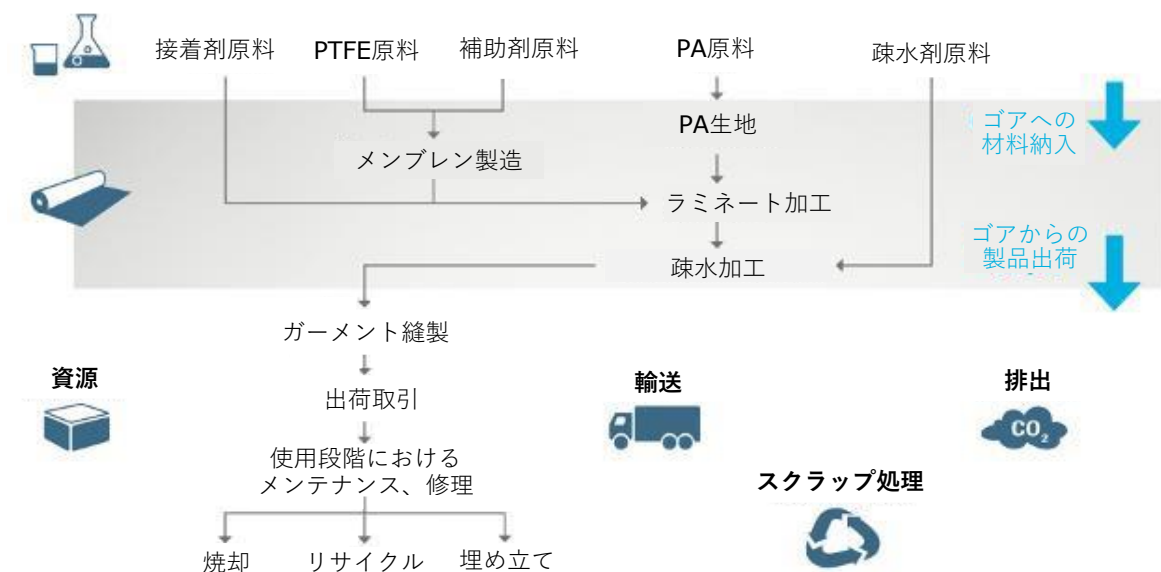
## 4 研究範囲と前提条件

本研究は、DIN EN ISO 14040:2006およびDIN EN ISO 14044:2006基準に完全に準拠して行った。ゴアが製造する機能性ファブリクスだけでなく、完成品のライフサイクル全体、「ゆりかごから墓場まで」が評価の対象になった。

これには、接着剤、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）、補助剤、ポリアミド、疎水剤などの上流の工程が含まれる。これらの材料は延伸ポリテトラフルオロエチレン（ePTFE）によるメンブレン製造をするゴアの工場に納品される。その次の工程でDWR（耐久撥水）加工が施され、テキスタイルにGORE-TEX メンブレンがラミネート加工され、ゴアの工場から出荷される。

ガーメントはインドネシアで縫製され、カリフォルニアにある流通ハブでパッケージされ、米国の消費者に届けられる。輸送は、陸路または海路が90%、空路が10%と想定する。小売り店までの消費者の移動は、平均的な車で往復10kmを1回と推定した。

5年間の使用後は、米国で埋め立て処分する。使用期間中は年に2回、単独で洗濯し、撥水剤を施して（消費者が撥水剤を使用）、タンブル乾燥する。米国の家庭での標準的な洗濯方法、洗剤、エネルギー構成を想定する。



ゴアは素材のサプライヤーであり、上流や下流の製造過程への直接のアクセスは限られるため、ライフサイクル全体を対象とした「ゆりかごから墓場まで」のLCAのための実データの入手は困難を極めた。全体として、ゴアの工程やフッ素ポリマーの原料サプライチェーンについては、実データを用いて算出した。しかし、サプライヤーや顧客の協力を得ても、下流の工程の一部はEcoinventなどの購入できるデータベースを利用してモデル化せざるを得なかった。Bluesign technologies agからも、ゴアのサプライチェーンに関連するテキスタイル製造に関するデータ形式の提供を受けた。

別段の記載がない限り、ゴアの工程やフッ素ポリマーの原料サプライチェーンについては、実データを使用して算出した。

製品の実際の耐用年数やアウトウェアの消費者によるメンテナンスについて、簡単に入手できるデータはない。ゴアの消費者ホットラインに寄せられた苦情を分析した結果、GORE-TEX ブランドのアパレル製品全体において最初の相談が寄せられるまでの使用期間は平均で5年半だった。したがって、本研究で想定する5年という耐用年数は、消費者向けGORE-TEX ガーメントにとっては控えめな数値である。これは洗濯の頻度やジャケット単独での洗濯についても同様に、消費者が洗濯の度に、毎回DWR加工を施すという点も、慎重なアプローチを取った。ゴアの工場で施されたDWRは洗濯後回復し、洗濯を何度も重ねた後でなければ撥水剤の必要はないという点は考慮していない。

実際のシナリオでは、使用頻度、洗濯頻度、他の洗濯物と一緒に洗濯するケースなどによって耐用期間または使用期間に違いが生じ、研究結果が変わる可能性があることに留意する必要がある。

## 5 結果

防水、防風、透湿性のGORE-TEX オールラウンドジャケットのライフサイクル全体では二酸化炭素換算で72.7kgが排出され、水2.08 m<sup>3</sup>と一次エネルギー992MJが消費された。

ReCiPe Midpoint (H)による詳細な結果：

項目	略語	単位	結果
地球温暖化指数	GWP100	kg CO2-eq	72.7
オゾン枯渇	ODPinf	kg CFC-11-eq	9.27e-5
陸域生態毒性	TETPinf	kg 1,4-DCB	5.37e-3
陸域酸性化	TAP100	kg SO2-eq	0.363
淡水生態毒性	FETPinf	kg 1,4-DCB	0.092
淡水富栄養化	FEP	kg P-eq	0.020
海水富栄養化	MEP	kg N-eq	0.118
海水生態毒性	METPinf	kg 1,4-DCB	0.053
人間毒性	HTPinf	kg 1,4-DB-eq	4.33
光化学オキシダント生成	POFP	kg NMVOC	0.19
粒子状物質生成	PMFP	kg PM10-eq	0.10
イオン化放射線	IRP_HE	kg U235-eq	1.32
鉱物資源枯渇	MDP	kg Fe-eq	1.33
水枯渇	WDP	m <sup>3</sup>	2.08
化石資源枯渇	FDP	kg oil-eq	19.2
農業土地占有	ALOP	m <sup>2</sup> a	0.88
都市土地占有	ULOP	m <sup>2</sup> a	0.50
自然土地改変	NLTP	m <sup>2</sup>	0.0075

ライフサイクルの各段階が環境負荷全体に与える影響を評価したところ、大半のカテゴリーにおいて同じような結果となった。**消費者によるメンテナンス、テキスタイルのサプライチェーン、輸送・流通およびゴアの工程**（PTFEサプライチェーンを含む）は負荷が大きく、一方で廃棄による負荷は軽微だった。「水枯渇」の項目だけは、消費者による使用中の水の消費が負荷の大半を占めた。

「水枯渴」ではテキスタイルのサプライチェーンも軽微とはいえ負荷がある一方、その他すべての工程による負荷は軽微だった。

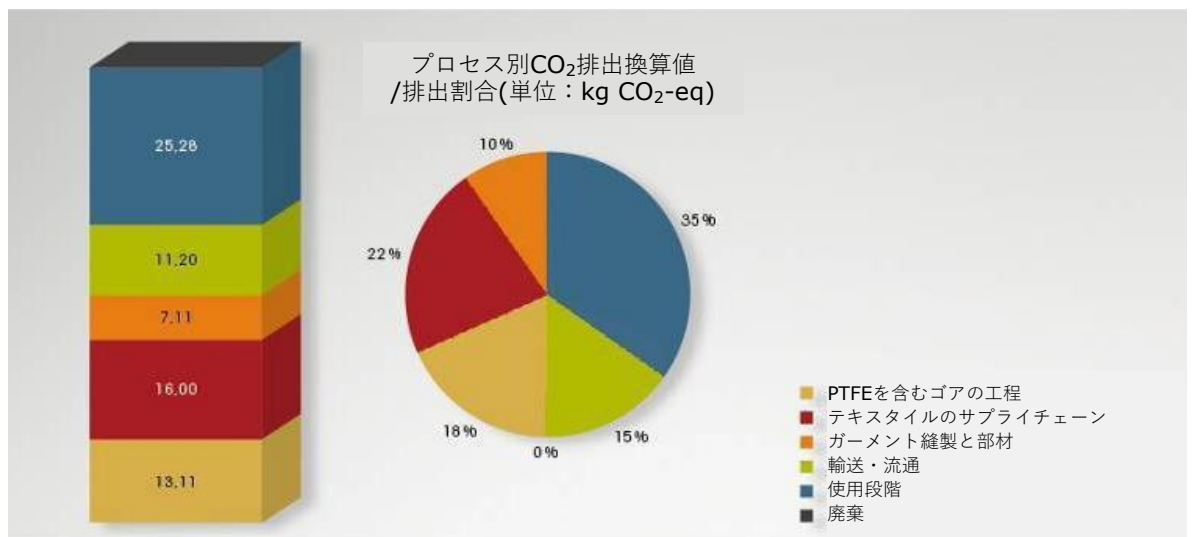
## 6 結論

以上の結果を踏まえた本研究の主な結果は次のとおりである：

- ジャケットの**製造と輸送・流通**は負荷が大きく、地球温暖化指数（GWP）の**65%**を占めた。
- 環境負荷を改善するには、ジャケットを**長持ちさせる**ことが唯一かつ最も効果的な方法であった。
- **消費者によるメンテナンス**はGWPの**35%**であり、ジャケットの環境負荷全体に大きく影響している。
- **廃棄**の負荷は他と比べて軽微で、GWPの**0.1%**弱を占めるのみであった。

### 6.1 製造と輸送・流通

ジャケットの**製造**（PTFEを含むゴアの工程、テキスタイルのサプライチェーン、ガーメント縫製および部材）と**輸送・流通**は環境負荷が大きい（GWPの65%）。



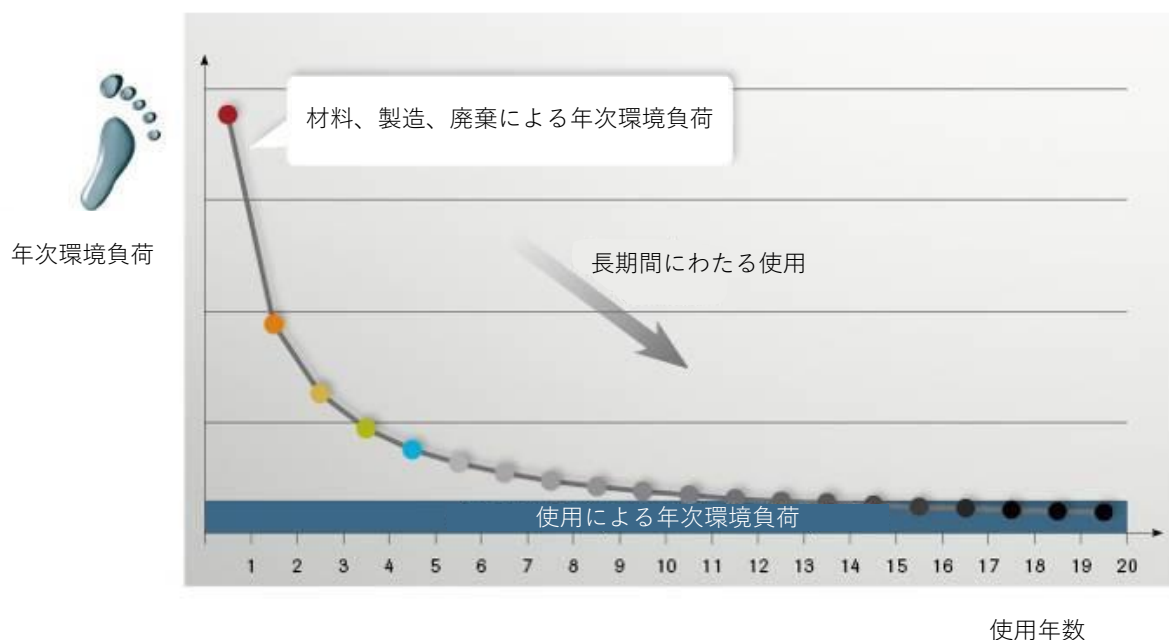
地球温暖化指数（GWP）と海水富栄養化（MEP）指数からは、輸送・流通の影響が極めて大きい可能性があることがわかるが、その大半はゴアの直接的な管理外にある。したがって、GORE-TEX ガーメントの環境性能を高めるには、上流のサプライヤーや顧客に働き掛けることが不可欠である。材料の輸送・流通をバリューチェーンに沿って計画し手配することがその好例の1つである。製品は小売企業からの注文を受けてからしか製造されず、それによって上流のすべての活動が始まるからである。

テキスタイルの生産やジャケットの縫製もGWPに大きく寄与する。その多くはゴアの直接的な管理外にあるとはいえ、上流・下流のテキスタイルのサプライチェーンとの協力や、GORE-TEX ラミネート加工用の生地を選定を通して、ゴアが貢献できる可能性はある。

## 6.2 使用期間

製品の使用期間に着目することで、使用期間を長く使うことが環境に与える影響は強く、**環境負荷を改善するには、ジャケットを長持ちさせることが唯一かつ最も効果的な方法**であることがわかった。

言い換えれば、ジャケットを長持ちさせるほど、年次の環境負荷は小さくなるということになる。



## 6.3 消費者によるメンテナンス

消費者によるメンテナンスは、ジャケットの環境負荷全体に大きく影響する。そのため、改善を図るには、消費者にメンテナンスの適切な方法と頻度について働き掛けることが効果的である。これは表2.で示すいずれの洗濯シナリオにおいても当てはまる。

シナリオ	1 基準	2 使用期間 が短い	3 使用期間 が長い	4 最善の ケース	5 相応の ケース	6 洗濯頻度 が低い	7 洗濯頻度 が高い	8 他の洗濯 物と一緒に 洗濯	9 空輸回数 が多い
使用期間	5年	3年	7年	7年	7年	5年	5年	5年	5年
年間の洗濯回数	2	2	2	2	3	1	3	2	2
洗濯機で同時に 洗う枚数	ジャケット 1着	ジャケット 1着	ジャケット 1着	ジャケット 2着	ジャケット 2着	ジャケット 1着	ジャケット 1着	ジャケット 2着	ジャケット 1着
海外への 空輸割合	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	50%

表2：様々な洗濯シナリオの概要

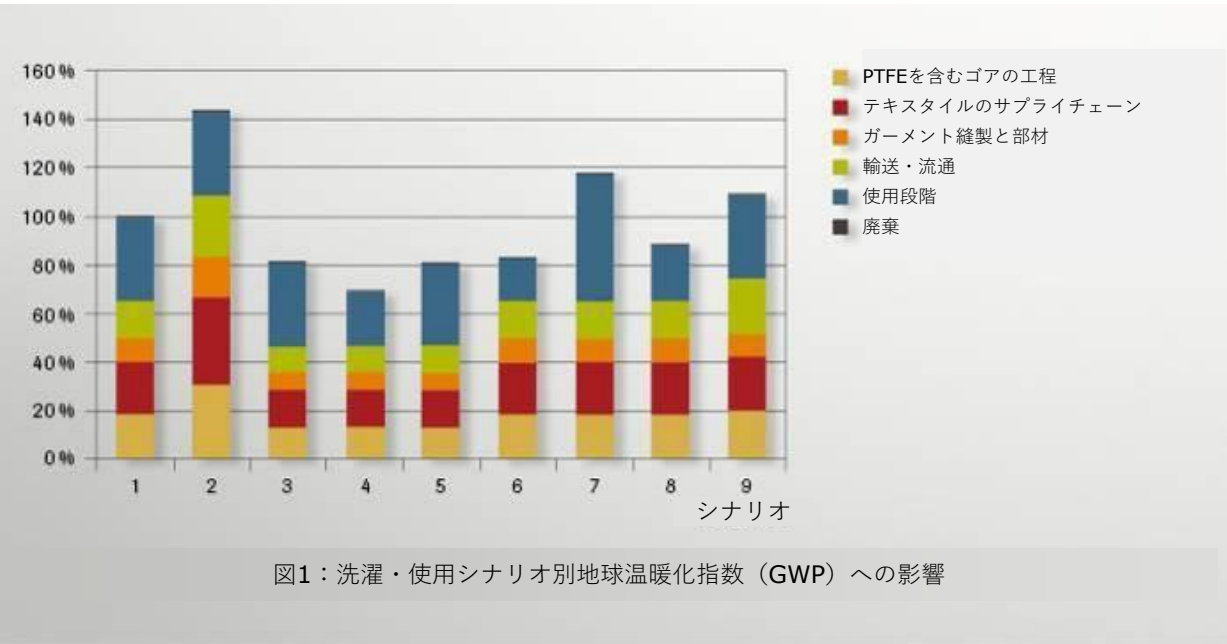


図1：洗濯・使用シナリオ別地球温暖化指数（GWP）への影響

図1：洗濯・使用シナリオ別地球温暖化指数（GWP）への影響



## 7 提言

研究結果からは、製造過程と消費者によるメンテナンス段階の両方において、製品の環境負荷を低減できることがわかった。提言のいくつかを以下に記載する：

### 7.1 製造と輸送・流通

- 原材料を航空輸送すると、海上輸送や陸上輸送よりもGWPが高まる
- 上流で製造された材料や最終製品を航空輸送するとパッケージが非効率になることも多く、GWPはさらに上昇する
- 徹底した企画立案と時間的な余裕を持つことが、航空輸送の回避につながる
- 輸送やパッケージを効率化すれば、GWPやコストはさらに低減する
- 製造過程で化石燃料を利用すると、GWPへの影響が大きくなる
- 製造・縫製過程で使用するエネルギー量の低減や再生可能エネルギーの利用が環境負荷の直接の低減につながる

### 7.2 消費者によるメンテナンス

- ジャケットは汚れやボディオイルが付いたときに洗濯する。洗濯することで透湿性が持続し、耐用期間・使用期間が延びる
- ジャケットは汚れがひどくなければ取扱い説明書に従って可能な限り他の洗濯物と一緒に洗う
- 洗濯後のタンブル乾燥または乾燥後のアイロンによって撥水効果が戻らない場合に限り、撥水剤を使用する
- ジャケットをより長持ちさせるには、ゴアが承認したファブリクス修理キットや修理センターを利用する

またこれらの点から、ゴアには他のアウトドア・アパレルブランドと協力して、ジャケットの性能や耐久性を保証するために必要となる適切なメンテナンス方法を顧客に伝えていく重要な役割があることがわかる。

### 7.3 使用期間

- 耐久性が少し変わるだけでも年次環境負荷に大きく影響する。
- 耐摩耗性アウターシェルテキスタイルや耐久性の高い防護テクノロジーなどを使用することによって素材の供給や製造段階の「環境コスト」が高くなっても、最終製品を長持ちさせることでそれらを容易に補うことができる。
- 年次環境負荷を最小限に抑えるには長持ちさせることが不可欠である。

---

当資料は、W. L. Gore & Associates GmbHが作成した英文レポート

「Life Cycle Assessment of a GORE branded waterproof, windproof and breathable jacket.」を日本語に翻訳再編集したものです。正式言語は英語であり、その内容及び解釈については英語が優先します。

英文レポート：

[https://www.gore-tex.com/sites/default/files/assets/Gore\\_LCA\\_summary\\_report.pdf](https://www.gore-tex.com/sites/default/files/assets/Gore_LCA_summary_report.pdf)

---