

## 第8章 広報資料の更新・見直し

本事業では、環境省におけるCNFの取組等を簡潔にまとめた広報資料（リーフレット）を、平成27年度セルロースナノファイバーを活用したモデル事業の推進計画の策定委託業務において作成した。平成28年度においては、環境省のCNF関連事業の成果やその他研究開発動向の進捗等を反映させた広報資料の更新を行った。

広報資料のターゲットとしては、ニーズ事業者（メーカー）、消費者（一般国民）、研究開発者と広く捉え、内容には、「環境省における政策的位置付け」を明示することにより、環境省CNF関連事業に対する信頼性を確保した。また、環境省CNF関連事業採択事業者を中心とした「企業の取組事例」を可能な限り多く掲載することにより、環境省と企業との協業体制を構築するための情動的インセンティブも付与した。

### 8.1 広報資料の更新

平成27年度において作成した4ページの広報資料の更新、見直しを行った。ページ構成並びにコンテンツについては、メーカー・一般消費者を意識した構成から、より一般消費者に訴求できるデザイン面での更新をコンセプトとして実施した。

更新内容として、具体的に以下を実施した。更新済みのリーフレットは図8-1～2に示す。

#### 【見開き】

- 本年度の事業内容を踏まえ、より一般消費者に訴求する内容とするため、家電及び住宅建材等を含めたイメージ図の作成などを行った。
  - 中央のイメージ図の差し替えや本文の更新を実施した。
    - ◇ 自動車、家電、住宅建材、再エネ、業務・産業機械のイラストを追加した。
    - ◇ イメージ図のタイトルを「CNFが普及した未来の社会」から「CNFを用いた低炭素で循環型の社会の実現」に更新した。
  - 「国家戦略・産学官の動き」の内容を最新情報に更新した。
    - ◇ 日本再興戦略2016の内容に更新した。
    - ◇ 省庁連携において国土交通省がオブザーバーとして参加していることから名称を追記した。
    - ◇ 地球温暖化対策計画について追記した。
  - 「環境政策における位置づけ」の内容を更新した。
    - ◇ 位置づけを「大幅なCO<sub>2</sub>の削減」、「リサイクル技術の確立」、「循環型社会の実現」とし、概要を記載した。
  - 「環境省 CNF等の次世代素材活用推進事業」の内容を更新した。
    - ◇ 主要な事業として「社会実装に向けたCNF活用製品の性能評価モデル事業」、「CNF複合・成形加工プロセスの低炭素化対策の実証事業」、「リサイ

「クル時の課題・解決策検討の実証事業」の概要を記載し、昨年度記載した2事業から3事業へと増やした。



図 8-1 平成 28 年度リーフレット（見開き）

【裏表紙】

- より一般消費者に訴求する内容への更新というコンセプトのもと、平成 27 年度から開始している各委託業務の実施概要を示し、また平成 28 年度から開始したNCV (Nano Cellulose Vehicle) プロジェクトにおいてCNFを活用した部材や製品の開発及び性能評価、CO<sub>2</sub>削減効果の評価・検証を行う段階に達していることを認知してもらうため、記載の内容を最新の情報に更新した。
  - 委託事業の名称を「平成 27～29 年度セルロースナノファイバー活用製品の性能評価事業委託業務」、「平成 27～29 年度セルロースナノファイバー製品製造工程の低炭素化対策の立案事業委託業務」に修正した。
  - 「平成 27～29 年度セルロースナノファイバー製品製造工程の低炭素化対策の立案事業委託業務」のうち、平成 28 年 7 月完了事業について追記を行った。
  - NCV (Nano Cellulose Vehicle) プロジェクトの概要及び「参加研究機関・企業 20 機関」の最新情報を追記した。

**平成27年度地域における低炭素なCNF用途開発F S委託業務**

自治体、メーカー、研究機関の連携のもと、地域産業に実用につながる用途について、サプライチェーンを含めた地域における低炭素なCNF用途開発に向けた事業計画づくりを実施しています。

代表事業者	事業内容
1. 国立大学法人静岡大学	製紙用の産廃を利用し「原料調達、製造製造、製品使用、廃棄」の一貫した事業性のある地域モデルを構築
2. 公益財団法人 三重県産業政策センター	地域資源から特長のある特性を有するCNFの製造、活用を検討。地域モデルとしての実用性を目的にCNFのサプライチェーン、地域的な産業連携の可能性について検討
3. 岡山県	自動車部材への適用を探索し、CNF製造から部品製造までの工程を本県の産業で一貫して行う地域モデルを構築

**平成27～29年度 セルロースナノファイバー活用製品の性能評価事業委託業務**

地球温暖化対策につながり、エネルギー効率CO2削減が期待できる自動車軽量化に重点を置き、CNFの特性を活かした用途(部材/部品)の性能評価や応用時のCO2削減効果の検証を実施しています。

代表事業者	検討対象部材
1. トクワス株式会社	インパネ周辺の部材
2. トヨタ車体株式会社	自動車用金属部品への樹脂付着
3. 国立大学法人九州大学大学院工学研究科	ドアパネルの内側や天井パネルとなる内装材
4. 第一工業製紙株式会社	自動車用バッテリー

**平成27～29年度 セルロースナノファイバー製品製造工程の低炭素化対策の立案事業委託業務**

従来のCNF活用製品の普及と合わせて、CNF適合部品製品の製造製造工程についてCO2削減量を評価するとともに、CO2削減対策を立案し、低炭素なCNF活用製品製造工程の検証を実施しています。

代表事業者	事業内容
1. パナソニック株式会社	プラスチック製品の製造工程について検討
2. 国立大学法人愛媛大学 繊維産業イノベーションセンター	透明樹脂製品の製造工程について検討
3. 大正製紙株式会社	ゴム製品の製造工程について検討 (平成28年7月完了)

**平成28～31年度 NC.V (Nano Cellulose Vehicle) プロジェクト**

平成32年(2020年)にCNFを活用して自動車で10%程度の軽量化を目標とするプロジェクト。研究機関や企業等のサプライチェーンで構成される一気流型のコンソーシアムを設立し、CNFを活用した材料、部品、自動車部品等の製品開発及び各段階の性能評価、CO2削減効果の検証・検証を実施しています。

**【参加研究機関・企業20機関】**  
 京都大学、一般社団法人産学連携推進協会、京都府産業技術研究所、金沢工業大学、名古屋工業大学、秋田県立大学、徳島工業大学、三重工科大学、アリアックプラスチック株式会社、株式会社昭和印刷/昭和プロダクツ株式会社、利南工業株式会社、株式会社アリアックコーポレーション、キョーラク株式会社、三和化工株式会社、ダイキョーニッカアブ株式会社、日立マシinery株式会社、株式会社セイロジャパン、株式会社デンソー、トヨタ自動車株式会社、トヨタテクノクラフト株式会社

セルロースナノファイバーの社会実装に向けた環境省の取組 (2016年12月発行)

発行 環境省 資源循環政策推進課(資源部) 地球温暖化対策課  
 〒111-8501 東京都千代田区千代田1-2-2  
 TEL:03-6521-8339 (代)  
 F:03-6521-8339

TEL:03-6521-8339  
 F:03-6521-8339  
 URL: www.env.go.jp

環境省 R70  
 〒100-8916 東京都千代田区千代田1-2-2  
 TEL:03-6521-8339

株式会社エックエック印刷  
 〒230-0291 東京都大田区中延1-1-1  
 TEL:03-6959-7516

# セルロースナノファイバーの社会実装に向けた環境省の取組

地球温暖化対策 × 植物由来 セルロースナノファイバー(CNF)

環境省では、様々な製品の基礎となる「素材」にまで立ち寄り、地球温暖化対策への多大なる貢献が期待される次世代素材CNFについて、大学やメーカー、自治体等と連携し、製品等活用時の性能評価検証、製造プロセスの低炭素化の検証、リサイクル時の課題・解決策検討、早期社会実装を推進しています。

**環境省**  
Ministry of the Environment

©2016 Ministry of the Environment, Government of Japan. All rights reserved.

図 8-2 平成 28 年度リーフレット (表紙、裏表紙)

## 8.2 レイアウト・校正・製作等

8.1 で更新した広報資料について、デザイン会社等を通じレイアウト校正を行った。具体的には、平成 27 年度と同様に A3 二つ折り（A4、4 ページ）カラーとした。

## 8.3 配布先の検討及び実施

本広報資料の効果的な配布先として、本資料をきっかけに、興味・関心を有する、または関心を高める可能性が高い人々が集っている場所とするべきであると考えた。

また、本広報資料のターゲットが、ニーズ事業者（メーカー）、消費者（一般国民）、研究開発者と広く捉えていることを鑑みると、マスメディアを用いたプッシュ広告が最も効果が高いと考えた。一方で、マスメディアへ広告を依頼する場合、非常にコストがかかり、モデル事業の推進を行う本事業の一環として採用するのは困難である。よって、マスメディアの取材、報道で紹介されることを目標として（いわゆるパブリシティ）本広報資料を配布することとした。

具体的には、環境関係イベントであるエコプロ 2016 において、2,500 部の広報資料（リーフレット）を印刷し、配布を行った。これは CNF が、環境省が推進し、CO<sub>2</sub>削減効果が期待できる環境に優しい素材であることを鑑みれば、環境関係のイベントの来訪者は CNF に対し関心を持つ可能性がきわめて高いと考えたためである。

## 8.4 更新した広報資料（リーフレット）（平成 28 年度版）

更新したリーフレットを巻末資料 3 に添付した。

## 第9章 本年度業務のまとめと課題の整理

本章では、本年度の業務を総括するとともに、課題を整理し、次年度以降の対応方針案を提示する。

### 9.1 本年度業務のまとめ（主な成果）

#### （1）2020年及び2030年における実現目標の設定

背景となる社会情勢、家電・住宅建材に有益なCNFの特性と素材代替の考え方を整理した上で、2020年及び2030年の実現目標（定性目標・定量目標）を設定した。

2020年の実現目標は、定性目標としては、「CNFを活用した製品・部材等が認知されている」こととし、定量目標としては、「CNFを使用しない従来製品・部材等と比較して10%以上のCO<sub>2</sub>削減効果があるものが製品化される」等とした。

2030年の実現目標は、定性目標としては、「CNFを活用した製品・部材等が一般化している」こととし、定量目標としては、家電については「普及率40%以上」、住宅建材については「新築住宅の30%」及び「性能の低い既築住宅の15%」とした。また、コスト要素が普及率に大きく影響することから、コスト水準についても目標を設定した。

#### （2）2020年における実現対象製品・部位の特定

家電・住宅建材ともに、「市場環境」、「シーズ適合性」、「CO<sub>2</sub>削減可能性」、「ニーズ適合性」、「実証容易性」の5つの評価軸に基づいて適用可能性の評価を行った。

その結果、2020年における実現対象製品・部位として、家電分野については、エアコン（室外ファン）、照明（面発光LEDの拡散シート）、センサー（基板）、冷蔵庫（板金）、洗濯機（洗濯槽・パルセータ）、蓄電池（電極に塗布するスラリーの増粘剤）の6製品・部材を特定した。住宅建材分野は、窓枠、窓ガラス（ガラス断熱）、エアロゲル断熱材（超臨界乾燥由来）、エアロゲル断熱材（常圧乾燥由来）、発泡断熱材（工場成形）、発泡断熱材（現場施工）、給湯配管断熱材の7製品・部材を特定した。

#### （3）評価項目・方法の整理

家電及び住宅建材の製品・部位について、JIS規格等を基に、基本性能、安全性能、環境性能の区分に関して、評価項目（案）及び評価方法（案）を整理した。

CO<sub>2</sub>排出削減量に関する評価項目・評価方法については、昨年度検討した「CNFを用いた自動車製品に関するLCAガイドライン」、その他の環境省のガイドライン、並びに建物のLCA指針等を参考に、「セルロースナノファイバーを用いた家電部材及び住宅建材に関するLCAガイドライン（案）」を作成した。

#### (4) モデル事業の推進計画の策定

環境省が実施してきた各事業の概要と本事業との連携可能性等を整理した上で、家電メーカーや住宅建材メーカーへのヒアリング調査結果を基に、CNF導入の促進方策を抽出し、新規モデル事業を検討し、有効と考えられるモデル事業の推進計画を策定した。

新規モデル事業の検討については、(2)で特定した製品・部材に対し、平成29年度以降の新規モデル事業として、家電分野6種類、住宅建材分野7種類のモデル事業の提案を行うとともに、想定される検証要件や想定される課題と解決策、公募に当たってのブレークスルーポイント等を整理し、モデル事業の想定費用と製品別のCO<sub>2</sub>削減量の算定結果をもとに、モデル事業の製品別費用対効果を分析した。

分析結果としては、「給湯配管」、「樹脂窓枠」、「冷蔵庫（筐体の板金部分）」、「窓ガラス（複層ガラス内部の断熱）」、「エアロゲル断熱材（常圧乾燥由来）」、「発泡断熱材」、「エアコン（室外ファン）」という順で費用対効果が良いことがわかった。また、第2候補、第3候補として、「エアロゲル断熱材（超臨界乾燥由来）」、「洗濯機（洗濯槽・パラセータ）」を選定した。なお、「照明（面発光LEDの拡散シート）」及び「センサー（エアコンの最適制御）」については、費用対効果は良いものの、CNFを適用した部材単体による削減効果ではないことから、参考扱いとした。

また、「エアコン（室外ファン）」及び「給湯配管」のモデル事業について、LCAをベースとしたCO<sub>2</sub>削減量の試算を行った。

## 9.2 今後の課題と対応方針案

今後の課題と対応方針案を以下に示す。

### (1) 実現目標の進捗管理等

本事業では、平成 27 年度に自動車、平成 28 年度に家電・住宅建材の実現目標を設定した。

これらの実現目標は、今後の用途開発等の進捗や、国としての目標の変更等にも合わせて管理していく必要がある。また、自動車、家電、住宅建材以外にも有効な分野・製品等が見い出された場合は、実現目標を追加的に設定していくことが望まれる。

### (2) CNFのリサイクルに関するモデル事業の実施

現状では、CNFを活用した製品のリサイクル技術の検証は十分には行われていないことから、次年度以降にCNFのリサイクルに関するモデル事業を実施し、目標設定や評価を行うことが望ましい。

CNFに類似する炭素繊維強化プラスチック（CFRP）では、特に熱硬化性製品のリサイクル技術が確立されていないこと、製造・成形・廃棄時の廃棄物回収モデルが確立されていないこと、そのため結果的に大部分が埋め立て処理されていることなど、リサイクル上の課題が指摘されている。

炭素繊維強化プラスチックと比較すると、CNFは物性の特性に起因するリサイクル技術上の課題は少ないと言われているが、CNFのリサイクルに関するモデル事業を実施することによって、リサイクル技術の確立だけでなく、資源循環モデル構築を見据えた検討を実施することが望まれる。

### (3) 各モデル事業の確実な工程管理

現在進捗している各モデル事業に対して、目標に対する達成状況、CO<sub>2</sub>削減効果、技術熟度の評価（TRA）等による個別評価を行うことが必要である。特にCO<sub>2</sub>削減効果については、使用時のCO<sub>2</sub>排出量だけでなく、製造段階でのCO<sub>2</sub>排出量も含めたLCCO<sub>2</sub>ベースでの検証が必要である。

### (4) モデル事業間の連携・情報共有

モデル事業間の連携を促進し、各モデル事業の質を高め、より高い成果につなげていくことが重要である。このためには、国内外の関連情報の共有、モデル事業の成果情報の共有、共通課題の抽出と解決策の検討、等を軸とした情報共有プラットフォームを形成することが望まれる。

形成にあたっては、国際競争を視野に入れ、特に他国からのフリーライダーを作らない体制を整えるため、機密情報の確実な保護も必要となる。

#### (5) 効果的・継続的な広報

企業がCNFを活用した素材・製品を商用化していくためには、エンドユーザーにCNFの特性や付加価値等を適切に広報し、認知度を向上させる必要がある。これにより、モデル事業に参画していない企業の関心も喚起できる。

特に住宅建材分野は、他の分野に比べて「省CO<sub>2</sub>・省エネ」を軸としたトップランナーへの製品開発・競争が進んでいないこと、既存住宅の環境性能自体が低く、省エネルギーも進んでいないことなど、省CO<sub>2</sub>・省エネ化への障害が大きい。このため、CNFを活用した省CO<sub>2</sub>・省エネ効果の高い製品・部材や住宅を開発してだけでなく、効果的・継続的な広報の実施がより求められる。

#### (6) 多様な主体の多様な取組に対する支援

現在の環境省事業の内訳としては、性能評価モデル事業が主であるが、CNF本来の特性を最大限活かしたCNF素材の入手など原料調達等の課題も大きいことから、サプライチェーンを形成するための事業や低炭素化を促進する事業等も併せて実施していくことが重要である。適切な補助制度など資金面での支援や、環境省の他事業との連携等により、新たな市場を掘り起こしていくことも有効と考えられる。

#### (7) 2030年以降の低炭素社会実装を目指したインキュベート

本業務では2030年までの検討を行ったが、国としては2050年により高いCO<sub>2</sub>削減目標を掲げている。2050年の目標実現に向けて、現在の延長線上でない、技術開発、用途開発、製品開発等が必要になる。

長期的な目標達成のために最も重要な資源は人材である。有能な人材を中心として、産・官・学の連携によって、必要なハードやソフト、資金等を継続的に投入していくことが望まれる。また、このようなインキュベートに早い段階から継続的に取り組んでいくが、国際社会との競争力の強化にも繋がる。



## 卷末資料 1

2020 年及び 2030 年の実現目標の妥当性確認結果



## 巻末資料 1 2020 年及び 2030 年の実現目標の妥当性確認結果

### I. 2020 年の目標設定（10%）の妥当性の確認（算定結果）

分野	導入を検討する製品・部材	性能評価モデル事業案の目標値	世帯あたり CO <sub>2</sub> 削減量 (kg-CO <sub>2</sub> /年)	世帯あたり CO <sub>2</sub> 排出量削減率 (%) (注1)	備考
家電	エアコン	非適応エアコン比 2.0%削減	14.5	0.42	-
	冷蔵庫	非適応冷蔵庫比 5.4%%削減	19.0	0.55	-
	洗濯機	非適応洗濯機比 2.0%%削減	1.0	0.03	-
住宅建材	樹脂サッシ	現在流通している樹脂サッシと同水準 (熱貫流率 1.6W/m <sup>2</sup> ・K)	341	9.8	2020 年の建築義務化基準住宅からの削減率で設定
	エアロゲル断熱材	TEMPO 酸化エアロゲル断熱材水準 (熱伝導率 0.015W/m・K)			
※重複分	エアコンによる冷暖房削減効果と住宅建材による冷暖房削減効果		-6.8	-0.2	算定式=エアコンによる削減率(2%)×断熱による削減率(47.1%)×2013年における家庭部門の冷暖房由来によるCO <sub>2</sub> 排出量(725kg-CO <sub>2</sub> )
計			368.7	10.6	-

### II. 2030 年の目標設定の妥当性の確認（算定結果）

分野	導入を検討する製品・部材	普及率 (%)			2030 年における CO <sub>2</sub> 削減量 (万 t-CO <sub>2</sub> /年)	2013 年家庭部門 CO <sub>2</sub> 排出量に対する削減率 (%) (注2)	
		2013 年	2020 年	2030 年			
家電	エアコン	0.0%	6.0%	40.0%	5.2	0.03%	
	冷蔵庫	0.0%	6.0%	40.0%	16.0	0.08%	
	洗濯機	0.0%	6.0%	40.0%	0.5	0.0024%	
住宅建材	樹脂サッシ エアロゲル断熱材	新築	0.0%	0.0%	30.0% (注3)	33.8	0.17%
		リフォーム	0.0%	0.0%	15.0%	84.0	0.42%
※重複分	エアコンによる冷暖房削減効果と住宅建材による冷暖房削減効果 (注4)	家電と住宅建材重複分 (=住宅建材の導入世帯分)			-2.3	0.01%	
計					137.2	0.68%	

(注1) 2014 年家庭部門世帯あたり CO<sub>2</sub> 排出量の値 (自動車・水道・ゴミ由来を除く : 3,490kg-CO<sub>2</sub>) をベースに採用

(注2) 2013 年家庭部門 CO<sub>2</sub> 排出量の値 (2.01 億 t-CO<sub>2</sub>) をベースに採用

(注3) 2020 年以降に新築される住宅について、2020 年から年間+3% (線形増加) で CNF 新築が行われると設定 (2030 年の新築住宅の 30%に相当)

(注4) 算定式=エアコンによる削減率×断熱化した住宅数×住宅別の CO<sub>2</sub> 削減率×2013 年における家庭部門の冷暖房由来による CO<sub>2</sub> 排出量

### Ⅲ. 住宅建材分野の算定結果の根拠（詳細）

#### 1. 2020年の目標設定（10%）の妥当性の確認

##### （1）推計の前提

2020年以降の住宅の性能義務化基準の住宅におけるエネルギー消費量と比較して、10%以上のCO<sub>2</sub>削減が可能か、妥当性を確認する。

##### ①2020年において導入するCNF建材（製品）

- ・ CNFを用いた断熱材及び樹脂サッシについては、これまでの検討を踏まえ、CNFエアロゲル断熱材及びCNF樹脂サッシの導入を想定する。
- ・ 参考として、CNFエアロゲル断熱材及びCNF樹脂サッシの導入を想定するケースについても推計する。
- ・ これらの条件を表1-1に示す。

表1-1 導入を想定するCNF建材の条件

種別	想定するCNF建材	想定性能値	設定の考え方
断熱材	CNFエアロゲル断熱材	熱伝導率 0.015(W/m・K)	・ TEMPO酸化エアロゲル断熱材の現状性能と同程度を発現すると仮定
	(参考) CNF発泡断熱材	熱伝導率 0.019(W/m・K)	・ 現状の発泡断熱材の最高性能と同水準を発現すると仮定
樹脂サッシ	CNF樹脂サッシ (塩ビにCNFを添加し、強度・軽量化)	熱貫流率 1.6(W/m <sup>2</sup> ・K)	・ 現在ラインナップされている樹脂サッシ(複層ガラス+Low-E)と同程度を発現すると仮定

##### ②比較対象とする断熱材既存製品・基準

- ・ 比較対象とする2020年以降の義務化基準住宅（VI地域ベース）は、国等が定める基準を基に、表1-2に示すとおり条件を設定する。

表1-2 比較対象とする2020年以降の義務化基準住宅の条件

種別	比較対象と想定する建材	想定性能値
断熱材	・ 屋根・天井、壁、床の3部位別に、標準的なグラスウール(16k)を導入	熱伝導率 0.045(W/m・K)程度
窓・サッシ	・ 窓は複層ガラス、サッシはアルミサッシを導入	熱貫流率 4.6(W/m <sup>2</sup> ・K)程度

##### ③算定方法

- ・ ①については、住宅におけるエネルギー消費量算定の一般的な方法である、「住宅・住戸の省エネルギー性能の判定プログラム Ver. 1.15.3 (建築研究所)」を用いて建築外皮の平均熱貫流率、年間の冷暖房エネルギー消費量(冷房・暖房別)等を算定した。
- ・ エネルギー消費量の計算は、地域別に算定値が異なるが、今回の推計は東京(VI地域)を設定した。
- ・ ①及び②のいずれも、断熱材の導入量は同じ厚さとし、屋根・天井180mm、壁100mm、床100mmとした。
- ・ 算定に用いた具体的な住宅の条件は、「住宅・住戸の外皮性能 計算条件入力シート ver. 2.3.0のサンプル(建築研究所)」に準じた(4LDK・建築面積約120m<sup>2</sup>)。

- ・ なお、前回（第1回事業推進検討委員会）の算定では、窓のエネルギー削減効果について、「アルミ・複層ガラスから樹脂・複層ガラスへの転換による削減率は23%」と一律で設定していたが、今回の算定では断熱材だけでなく、窓についても「住宅・住戸の省エネルギー性能の判定プログラム Ver. 1.15.3（建築研究所）」を用いて算定することにより、精緻化した。

## （2）推計結果

### ①住宅の冷暖房エネルギー消費量

- ・ 3ケースの推計結果を表1-3及び表1-4に示す。ただし、ケース③については、国交省の定めた標準値を採用した。
- ・ 年間の冷暖房エネルギー消費量（GJ/年）は、ケース①で11.6、ケース②で11.8となっており、これら結果から、2020年以降の義務化基準住宅からの削減率（%）場合は、ケース①で47.1%、ケース②で46.4%と推計される。

表 1-3 パターン別の年間の冷暖房エネルギー消費量

パターン		年間の冷暖房エネルギー消費量（GJ/年）
ケース①	CNF エアロゲル断熱材+CNF 樹脂サッシ	11.6（GJ/年）
ケース②	（参考）CNF 発泡断熱材+CNF 樹脂サッシ	11.8（GJ/年）
ケース③	2020年以降の義務化基準住宅	22.0（GJ/年）

表 1-4 パターン別の2020年以降の義務化基準住宅からの削減率

パターン		年間の冷暖房エネルギー消費量（GJ/年）	2020年以降の義務化基準住宅からの削減率（%）
ケース①	CNF エアロゲル断熱材+CNF 樹脂サッシ	11.6（GJ/年）	47.1%
ケース②	（参考）CNF 発泡断熱材+CNF 樹脂サッシ	11.8（GJ/年）	46.4%

### ②住宅の冷暖房エネルギー消費量

- ・ 家庭部門のCO<sub>2</sub>排出量のうち、2014年ベースの冷暖房由来CO<sub>2</sub>排出量は725 kg-CO<sub>2</sub>/世帯、自動車・水道・ゴミ由来のCO<sub>2</sub>を除いた家庭部門全体のCO<sub>2</sub>排出量は、3,490kg-CO<sub>2</sub>/世帯となる（出典：国立環境研究所『温室効果ガスインベントリ報告書（2014年度）』、環境省『2014年度（平成26年度）の温室効果ガス排出量（確定値）について』、資源エネルギー庁「家庭部門機器別エネルギー消費量の内訳」より算定）
- ・ 上記結果を表1-4で算定した削減率に適用すると、表1-5に示すとおり、2014年ベースの冷暖房由来CO<sub>2</sub>削減量（kg-CO<sub>2</sub>/年）は、ケース①で341、ケース②で336となる。
- ・ これら結果から、2014年ベースで家庭部門全体のCO<sub>2</sub>排出量（3,490kg-CO<sub>2</sub>/世帯）に占める割合は、ケース①で9.8%、ケース②で9.6%となる。

表 1-5 パターン別の2014年の家庭部門由来のCO<sub>2</sub>排出量ベースの削減率（%）

パターン		2014年ベースの冷暖房由来CO <sub>2</sub> 削減量（kg-CO <sub>2</sub> /年）	2014年の家庭部門由来のCO <sub>2</sub> 排出量ベースの削減率（%）
ケース①	CNF エアロゲル断熱材+CNF 樹脂サッシ	341	9.8%
ケース②	（参考）CNF 発泡断熱材+CNF 樹脂サッシ	336	9.6%

## 2. 2030年の目標設定の妥当性の確認

### (1) 推計の前提

2030年におけるCNF住宅建材の普及率を加味したCO<sub>2</sub>削減効果を算定する。

#### ①現状及び将来（2020年、2030年）の設定

CNF適用による効果のシナリオ分析を行うにあたり、現状及び将来の世帯数やエネルギー消費量を推計し、検討のベースとする。

検討のベースとなる現状及び将来の世帯数、冷暖房エネルギー消費量算定のフローは以下のとおりである。なお、世帯数については、住宅の建築年次によって環境性能が大きいことを踏まえ、環境性能別に算定することとする。

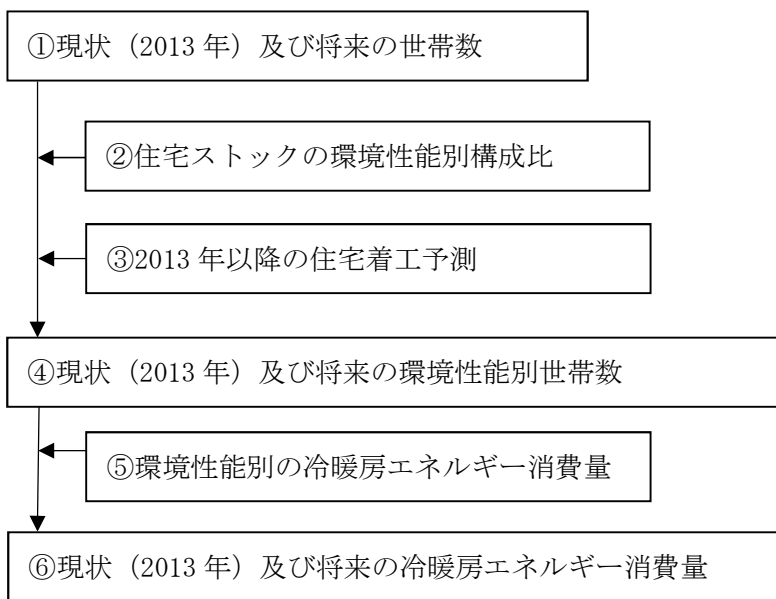


図 1-1 現状及び将来の条件設定の算定フロー

表 1-6 現状及び将来の世帯数

年度	世帯数（万世帯）	根拠
2013年	5,558	平成25年3月31日住民基本台帳 国立社会保障・人口問題研究所推計
2020年	5,305	
2030年	5,123	

表 1-7 2013年以降の住宅着工予測

期間	戸数（万世帯）	根拠
2014→2020年	579	野村総合研究所資料
2021→2030年	632	

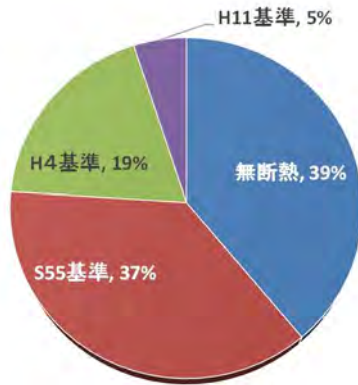


図 1-2 住宅ストック（現状）の環境性能別構成比

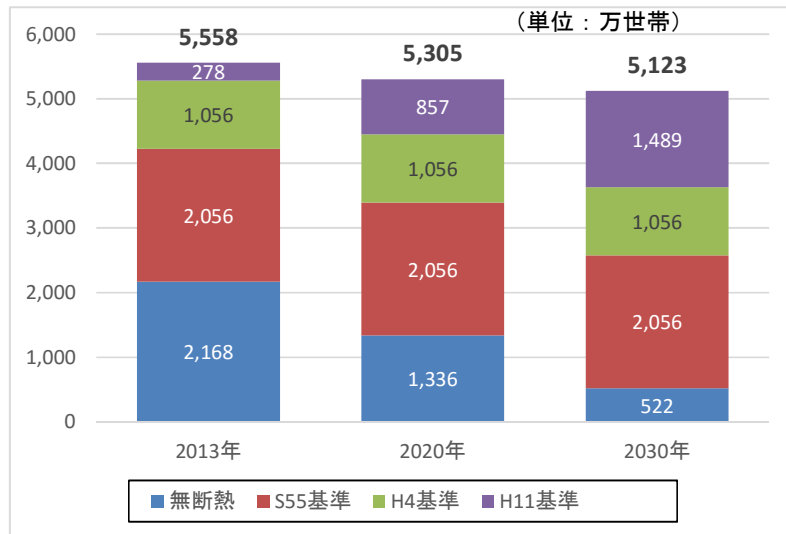


図 1-3 現状（2013年）及び将来の環境性能別世帯数

現状（2013年）及び将来の環境性能別世帯数の算定にあたっては、以下の条件を設定した。

- ・ 2013年以降着工の新築住宅は全て H11 基準とする
- ・ 「世帯数減少分」 + 「新築住宅増加分」 → 「無断熱住宅減少」とする

設定する 4 区分の環境性能及び年間の冷暖房エネルギー消費量は、国土交通省資料から図 1-4 に示す条件を採用した。

項目	S55年以前	S55年基準	H4年基準	H11年基準(現行基準)
性能基準	熱損失係数	—	5.2 W/(m <sup>2</sup> K) 以下	2.7 W/(m <sup>2</sup> K) 以下
	相当隙間面積	—	—	5.0 cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> 以下
仕様基準	断熱材(外壁)	なし	グラスウール30mm	グラスウール100mm
	断熱材(天井)	なし	グラスウール40mm	グラスウール180mm
	開口部(窓)	アルミサッシ +単板	アルミサッシ +単板	アルミサッシ +単板
年間暖冷房費 <sup>※</sup>	約 13万3千円/年	約9万2千円/年	約7万5千円/年	約5万2千円/年
年間暖冷房エネルギー消費量 <sup>※</sup>	約56GJ	約39GJ	約32GJ	約22GJ

図 1-4 住宅の環境性能区分別要件及び年間冷暖房エネルギー消費量

これらのデータを元に、図 1-1 のフローに基づき、現状（2013 年）及び将来の冷暖房エネルギー消費量の推移を推計した結果を図 1-5 に示す。

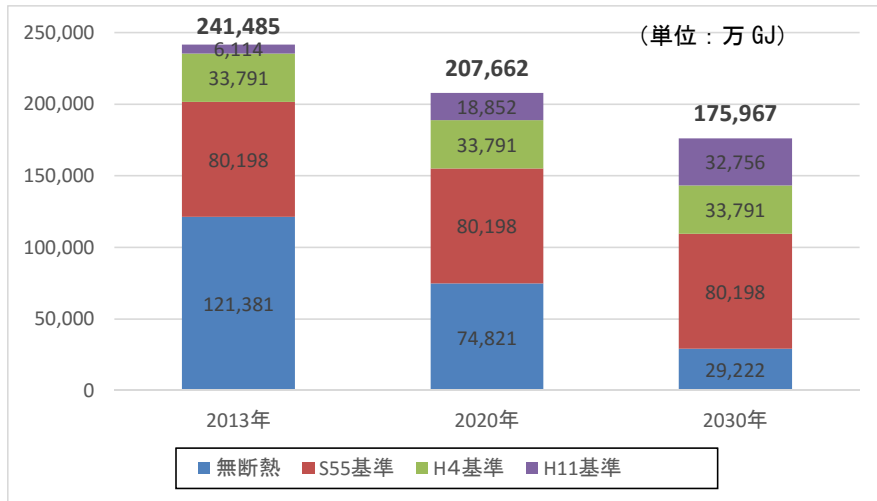


図 1-5 (参考) 現状 (2013 年) 及び将来の冷暖房エネルギー消費量の推移

## ②導入するCNF建材の設定条件

導入するCNF建材の設定条件は、①新築ケース、②既築リフォームの別に以下のとおりとする。

新築については、2020年以降の義務化基準からの転換で設定する。

既築リフォームについては、現状の断熱リフォームの水準を「断熱改修により、住宅全体の外皮性能を2020年以降の義務化基準相当とするもの」と設定し、この水準からの削減効果で設定する。

導入前の住宅からの転換を、各々について妥当な導入の対象条件（普及率の設定）を行い、削減効果を算定する。CNFを活用した断熱新築・改修のケース設定条件を表 1-8 に示す。

表 1-8 CNFを活用した断熱新築・改修のケース設定条件

ケース	種類	建材の導入条件	導入の対象条件
①新築ケース	断熱材	<ul style="list-style-type: none"> <li>外壁・天井・床に、熱伝導率 0.015 (W/m・K) の断熱材を設置</li> <li>設置する厚みは H11 基準と同等とする (天井 180mm、壁 100mm、床下 100mm)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2020年以降に新築される住宅について、2020年から年間+3% (線形増加) で CNF 新築が行われると設定 (2030年の新築住宅の 30%に相当)</li> </ul>
	窓枠等	<ul style="list-style-type: none"> <li>窓枠及びスペーサーに CNF を添加し、断熱性能は既存の樹脂窓と同水準 (熱貫流率 1.6W/m<sup>2</sup>・K) とする CNF 窓を設置</li> </ul>	
②既築リフォーム	断熱材	<ul style="list-style-type: none"> <li>特に環境性能が低い、無断熱、S55 基準、H4 基準の住宅に対し、内壁の上から、厚さ 50mm で熱伝導率 0.015 (W/m・K) の断熱材を導入する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>無断熱、S55 基準、H4 基準の住宅に対し、2030年の総数ベースで 15%の住宅に CNF 断熱リフォームを実施</li> </ul>
	窓枠等	<ul style="list-style-type: none"> <li>窓枠及びスペーサーに CNF を添加し、断熱性能は既存の樹脂窓と同水準 (熱貫流率 1.0 W/m<sup>2</sup>・K) の窓を設置</li> </ul>	



また、住宅の環境性能別に上記のケースを設定した場合の、冷暖房エネルギー消費量原単位を算定した結果は、表 1-9 に示すとおりである。なお、CNF 導入後の冷暖房エネルギーの算定は、以下の方法で実施した。

(CNF 導入後の冷暖房エネルギーの算定方法)

- ・ 住宅におけるエネルギー消費量算定の一般的な方法である、「住宅・住戸の省エネルギー性能の判定プログラム Ver. 1.15.3 (建築研究所)」を用いて建築外皮の平均熱貫流率、年間の冷暖房エネルギー消費量 (冷房・暖房別) 等を算定した。
- ・ エネルギー消費量の計算は、地域別に算定値が異なるが、今回の推計は東京 (VI地域) を設定した。
- ・ 算定に用いた具体的な住宅の条件は、「住宅・住戸の外皮性能 計算条件入力シート ver. 2.3.0 のサンプル (建築研究所)」に準じた (4LDK・建築面積約 120 m<sup>2</sup>)。

導入後の冷暖房エネルギー消費量を、2020 年以降の義務化基準 (22.0GJ/年) と比較する。

既築リフォームについては、無断熱住宅への導入では導入後の冷暖房エネルギー消費量が 37.1GJ/年となり、2020 年以降の義務化基準よりエネルギー消費量が多い。S55 基準、H4 基準は導入後の冷暖房エネルギー消費量がそれぞれ、17.9GJ/年、13.9GJ/年となり、2020 年以降の義務化基準よりエネルギー消費量が低下する。

新築については、エネルギー消費量が 11.6GJ/年となり、2020 年以降の義務化基準よりエネルギー消費量が低下 (47.3%減) する。

表 1-9 CNF の導入前・導入後の年間冷暖房エネルギー消費量算定結果

分類	住宅の環境性能	導入前 (GJ/年)	導入後 (GJ/年)
既築リフォーム	無断熱	56	36
	S55 基準	39	17
	H4 基準	32	13
新築	CNF 新築 (2020 年義務化基準から)	22	11

が推計値

表 1-10 CNF の導入前・導入後の年間冷暖房エネルギー削減効果 (2020 年以降の義務化基準比)

分類	住宅の環境性能	導入後の年間冷暖房エネルギー消費量 (GJ/年)	2020 年以降の義務化基準からの削減量 (GJ/年)	2020 年以降の義務化基準からの削減率 (%)
既築リフォーム	無断熱	37.1	-15.1	-68.6%
	S55 基準	17.9	4.1	18.6%
	H4 基準	13.9	8.1	36.8%
新築	CNF 新築	11.6	10.4	47.3%

(2) 推計結果

① CNF断熱を実施する世帯数

- ・ 2030年において、CNF断熱（新築、既築別）を実施済の世帯数の推計結果を表1-11に示す。
- ・ 新築が99万世帯、既築リフォームが364万世帯（52万世帯+206万世帯+106万世帯）となっている。

表 1-11 CNF断熱実施・未実施世帯の内訳算定結果

分類	CNF断熱実施 世帯数（万世帯）	CNF断熱未実施 世帯数（万世帯）	2030年の総世帯数 （万世帯）
無断熱	78	444	522
S55基準	308	1,748	2,056
H4基準	158	898	1,056
H11基準	0	1,390	1,390
CNF新築	99	-	99
合計	462	4,479	5,123

② CNF断熱化によるCO<sub>2</sub>削減効果

CNF断熱化（新築、既築リフォーム）による、CO<sub>2</sub>削減効果を図1-6の算定フローに基づき、算定した。無断熱については、CNF断熱リフォームを実施しても2020年義務化基準の外皮性能を超えないことから、算定外とした。2014年家庭部門冷暖房エネルギー由来の世帯あたりCO<sub>2</sub>排出量は、725(kg-CO<sub>2</sub>)とした。

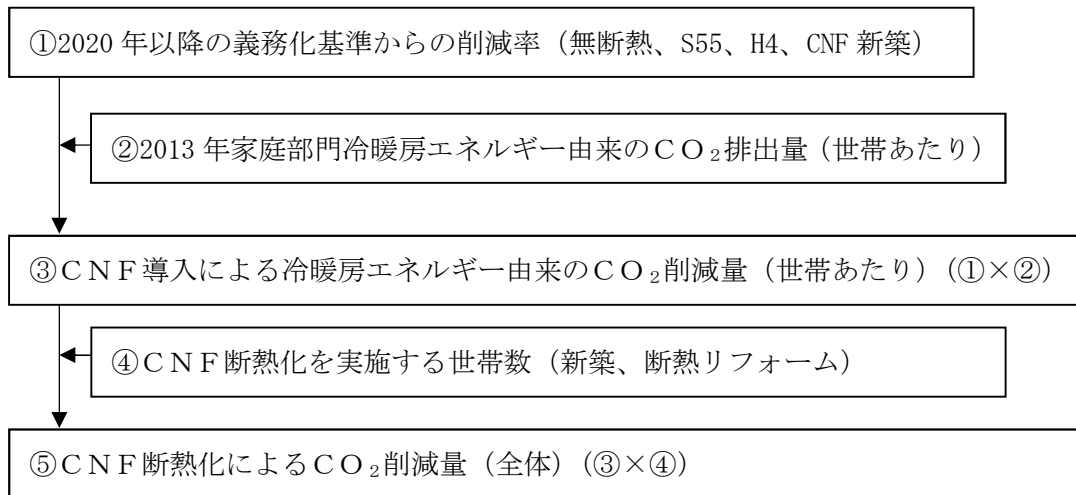


図 1-6 CNF断熱化（新築、既築リフォーム）によるCO<sub>2</sub>削減効果の算定フロー

CNF断熱化（新築、既築リフォーム）による、CO<sub>2</sub>削減効果の算定結果を表 1-12 に示す。

既築リフォームによるCO<sub>2</sub>削減量は、合計で83.96万t-CO<sub>2</sub>となる。これは、2013年度の家庭部門におけるCO<sub>2</sub>排出量（2.01億t-CO<sub>2</sub>）の0.42%に相当する。

新築によるCO<sub>2</sub>削減量は、33.84万t-CO<sub>2</sub>となる。これは、2013年度の家庭部門におけるCO<sub>2</sub>排出量（2.01億t-CO<sub>2</sub>）の0.17%に相当する。

これらの結果から、CNF断熱化（新築、既築リフォーム）によるCO<sub>2</sub>削減量は、117.79万t-CO<sub>2</sub>となる。これは、2013年度の家庭部門におけるCO<sub>2</sub>排出量（2.01億t-CO<sub>2</sub>）の0.59%に相当する。

表 1-12 CNF断熱導入による冷暖房エネルギー削減量算定結果

種類		2020年以降の義務化基準からの削減率 (%)	CNF断熱導入による世帯あたりCO <sub>2</sub> 削減量 (t-CO <sub>2</sub> /世帯)	CNF断熱導入によるCO <sub>2</sub> 削減量 (万 t-CO <sub>2</sub> )
既築リフォーム	無断熱	-63.6%	-	-
	S55基準	22.7%	0.14	41.68
	H4基準	40.9%	0.27	42.28
	小計	-	-	83.96
新築		50.0%	0.36	33.84
合計		-	-	117.79

（参考：家電分野と住宅建材分野のCO<sub>2</sub>削減効果重複分野の算定）

今回の検討では、住宅建材分野・家電分野のいずれも、冷暖房エネルギー消費量の削減に寄与するCNF部材・製品の導入を検討している。

○家電分野：エアコンの高効率化による冷暖房エネルギー消費量の削減効果

○住宅建材分野：窓及び断熱材の高性能化による冷暖房エネルギー消費量の削減効果

しかし、住宅建材分野・家電分野のいずれも、冷暖房エネルギー消費量・CO<sub>2</sub>の削減効果を個々に算定しており、重複が生じる。具体的には、CNFエアコンもCNF断熱化も導入されている場合は、CNF窓及び断熱材を用いて高性能化を行った住宅の冷暖房由来のCO<sub>2</sub>排出量を算定し、そこからエアコンのCO<sub>2</sub>削減効果を算定する必要がある（図 1-7 にイメージを示す）。

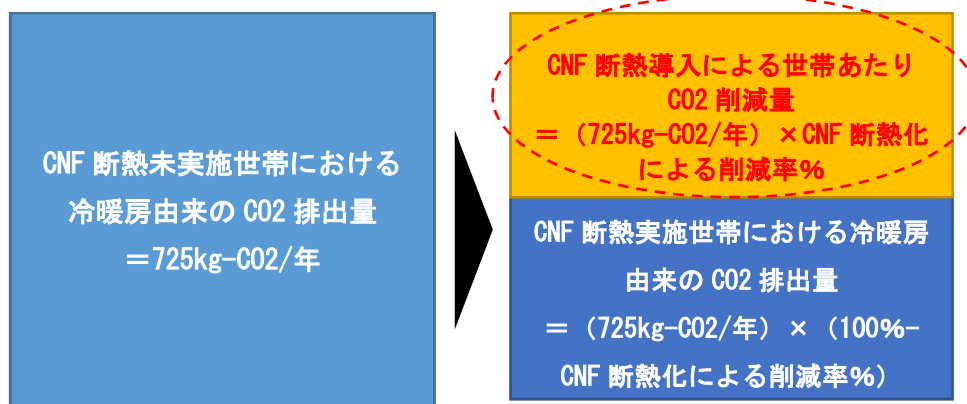


図 1-7 家電・住宅建材重複分のイメージ

断熱リフォーム、新築の住宅種類別にCNFエアコンによるCO<sub>2</sub>削減量重複分を算定した結果を表1-13に示す。CNFエアコンのCO<sub>2</sub>削減率は2.0%を採用した。CNFエアコンによるCO<sub>2</sub>削減量重複分は、合計で2.01万t-CO<sub>2</sub>となる。

CNF断熱を実施する世帯数は、無断熱（今回の算定外）を含めても463万世帯であり、2030年の世帯のうち11%に留まる。CNFエアコンの導入世帯は、2030年で40%を想定するため、ここではCNF断熱化が行われる世帯には、CNFエアコンが導入されていると仮定して重複分を算定した。

表 1-13 CNFエアコンによるCO<sub>2</sub>削減量重複分算定結果

種類		CNF断熱実施 世帯数（万世帯）	CNF断熱導入による 世帯あたりCO <sub>2</sub> 削 減量（t-CO <sub>2</sub> /世帯）	CNFエアコンによる 世帯あたりCO <sub>2</sub> 削 減量重複分（t-CO <sub>2</sub> / 世帯）	CNFエアコンによる CO <sub>2</sub> 削減量重複分 （万 t-CO <sub>2</sub> ）
既築リフ ォーム	無断熱	78	-	-	-
	S55 基準	308	0.13	0.0026	0.80
	H4 基準	158	0.26	0.0052	0.82
	小計	-	-	-	1.63
新築		99	0.33	0.0066	0.65
合計		566 (2030年の世帯の うち11%)	-	-	2.28

#### IV. 家電分野の算定結果の根拠（詳細）

##### 1. CO<sub>2</sub>削減目標の設定

##### 1.1. 家電における実現目標設定

家電に関する目標設定の考え方として、定量面・機能面に分類し、検討対象製品を特定することとした。結果を表 2-1 に示す。なお、LED は面発光 LED を想定しているため、削減効果に含んでいる。また、蓄電池はそれ単体の削減効果が無いことから、含めていない。さらに、洗濯機の検討結果は×となったが、本資料では参考として含めている。

表 2-1 検討対象機器の目標設定の考え方に対する検討結果

製品名	1 機器当たりの削減率推計 (%)	地球温暖化対策計画における削減目標値	開発目標設定の考え方	検討結果
CNF 適用型エアコン	(非適用エアコンに対し) 2.4%	家庭用は目標年度 2030 年度に 2012 年度比 17.9%改善見込み	機器別の台あたりエネルギー消費効率改善効果が、10%以上理論的に削減できるか	× (2.4% < 10%)
			「地球温暖化対策計画における削減目標値」に対して、10%以上の改善寄与率があるか	○ (2.4%/17.9%=13%)
CNF 適用型冷蔵庫	(非適用冷蔵庫に対し) 6.7%	電気冷蔵庫：目標年度 2030 年度に 2012 年度と比べて 19.6%改善見込み	機器別の台あたりエネルギー消費効率改善効果が、10%以上理論的に削減できるか	× (6.7% < 10%)
			「地球温暖化対策計画における削減目標値」に対して、10%以上の改善寄与率があるか	○ (6.7%/19.6%=34%)
CNF 適用型洗濯機	(洗濯槽及びバルセータ、非適用洗濯機に対し) 2.5%	(該当無)	機器別の台あたりエネルギー消費効率改善効果が、10%以上理論的に削減できるか	× (2.5% < 10%)
			「地球温暖化対策計画における削減目標値」に対して、10%以上の改善寄与率があるか	(該当無)
CNF 適用型面発光 LED	- (参考：発光 LED であれば (既存の LED 照明に対し) 75%)	(該当無)	機能要件を満たすか	○ (全光線透過率 80%以上、散乱透過率 50%以上)
			コストが同程度、もしくはコスト増加分の付加価値を保有するか	○ (全光線透過率 80%以上、散乱透過率 50%以上)
CNF 適用型センサー (エアコンの最適制御)	-	(該当無)	機能要件を満たすか	○ (フレキシブル基板としての強度増加可能)
			コストが同程度、もしくはコスト増加分の付加価値を保有するか	△ (フレキシブル端末としての強度増加、薄肉化(数 mm~cm)、通気性等ただし、定量化が難しい)

定量面としては、CNFの導入により定量的に省エネ効果が図れるものとし、「機器1台当たりのエネルギー消費効率改善効果が10%以上理論的に削減できるか」、「機器1台当たりのエネルギー消費効率改善効果が、地球温暖化対策計画における削減目標値に対して、10%以上の改善寄与率があるか」といった指標で検討対象製品を特定した。一方、機能面としては、CNFの導入により付加価値が付与され、普及が促進されるものとし、「機能要件を満たすか」、「コストが同程度、もしくはコスト増加分の付加価値を保有するか」といった指標で検討対象製品を特定した。結果として前者ではCNF適用型エアコンとCNF適用型冷蔵庫、後者ではCNF適用型面発光LED、CNF適用型センサー（エアコンの最適制御）となった。

次に、検証対象機器の実現対象目標値については、各々の削減率推計に猶予率として80%を乗じることで算出する。結果を表2-2に示す。

表 2-2 猶予率を加味したCO2削減目標

製品名	1機器当たりの削減率推計 (%)	猶予率	開発目標設定の考え方
CNF適用型エアコン	(非適用エアコンに対し) 2.4%	約80%	(非適用エアコンに対し) 2.0%
CNF適用型冷蔵庫	(非適用冷蔵庫に対し) 6.7%	約80%	(非適用冷蔵庫に対し) 5.4%
CNF適用型洗濯機	(洗濯槽及びバルセータ、非適用洗濯機に対し) 2.5%	約80%	(洗濯槽及びバルセータ、非適用洗濯機に対し) 2.0%
CNF適用型面発光LED	- (参考：発光LEDであれば(既存のLED照明に対し)75%)	-	-
CNF適用型センサー (エアコンの最適制御)	-	-	-

結果として、各製品の実現目標は、CNF適用型エアコンが2.0%、CNF適用型冷蔵庫が5.4%、CNF適用型洗濯機が2.0%となった。

## 1.2. 家庭部門のCO<sub>2</sub>排出量の推移(2020年想定)

前項で検討した、CNFの適用により、定量的に省エネ効果が図れるものとして、CNF適用型エアコン、CNF適用型冷蔵庫、CNF適用型洗濯機を挙げた。家庭部門のCO<sub>2</sub>排出量のうち、自動車・水道・ゴミ由来のCO<sub>2</sub>を除くと、3,490kg-CO<sub>2</sub>/年・1家庭であり、仮に、CNFを適用した、エアコン・冷蔵庫・洗濯機を導入した場合の削減効果を算出した(図2-1)。

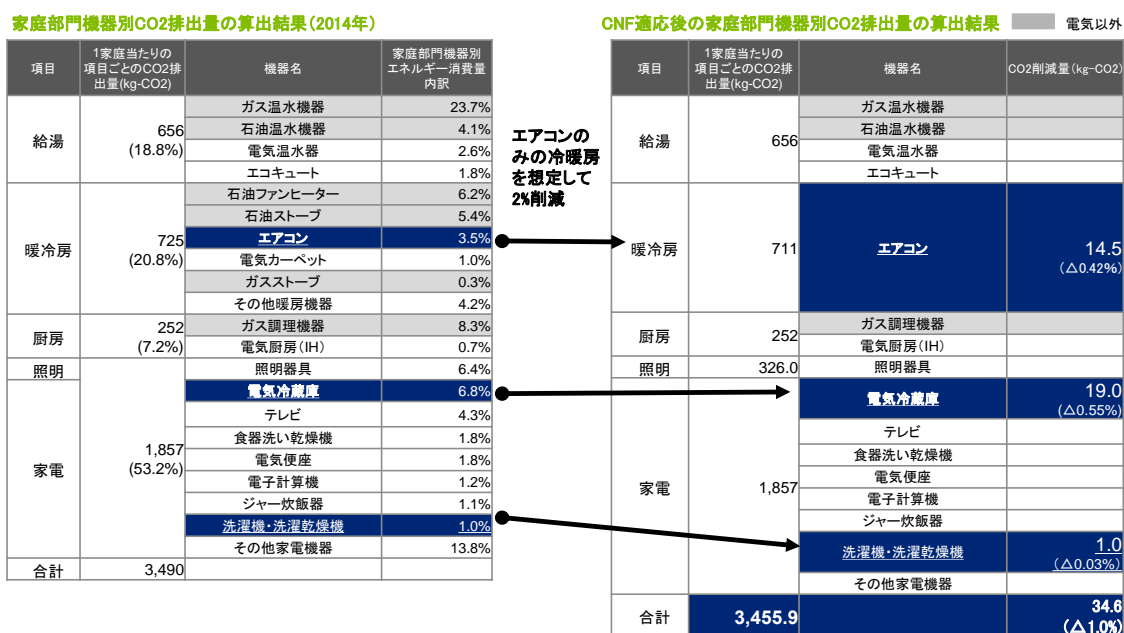


図2-1 2020年を想定した家庭部門のCO<sub>2</sub>排出量の推移(エアコン、冷蔵庫、洗濯機)

(出典)：国立環境研究所『温室効果ガスインベントリ報告書(2014年度)』、環境省『2014年度(平成26年度)の温室効果ガス排出量(確定値)について』、資源エネルギー庁「家庭部門機器別エネルギー消費量の内訳」より算定

結果として3,490kg-CO<sub>2</sub>/年・1家庭に対し、1.0%のCO<sub>2</sub>削減の達成が可能と推計した。家庭部門のトップランナーでの温対計画の2030年削減見込みが2.40%を想定していることを鑑みると、これは大きい効果である。

また、付加価値が付与され、普及が促進されるものとして検討したLED、センサーの普及効果の推計も実施した。結果を図2-2に示す。

家庭部門機器別CO2排出量の算出結果(2014年)

項目	1家庭当たりの項目ごとのCO2排出量(kg-CO2)	機器名	家庭部門機器別エネルギー消費量内訳		
給湯	656 (18.8%)	ガス温水機器	23.7%		
		石油温水機器	4.1%		
		電気温水器	2.6%		
		エコキュート	1.8%		
暖冷房	725 (20.8%)	石油ファンヒーター	6.2%		
		石油ストーブ	5.4%		
		エアコン	3.5%		
		電気カーペット	1.0%		
		ガスストーブ	0.3%		
		その他暖房機器	4.2%		
		ガス調理機器	8.3%		
厨房	252 (7.2%)	電気厨房(IH)	0.7%		
		照明器具	6.4%		
家電	1,857 (53.2%)	電気冷蔵庫	6.8%		
		テレビ	4.3%		
		食器洗い乾燥機	1.8%		
		電気便座	1.8%		
		電子計算機	1.2%		
		ジャー炊飯器	1.1%		
		洗濯機・洗濯乾燥機	1.0%		
		その他家電機器	13.8%		
		合計	3,490		

CNF適応後の家庭部門機器別CO2排出量の算出結果

項目	機器名	CO2削減量(kg-CO2)
給湯	ガス温水機器	
	石油温水機器	
	電気温水器	
	エコキュート	
暖冷房	石油ファンヒーター	
	石油ストーブ	
	エアコン	
	電気カーペット	
	ガスストーブ	
	その他暖房機器	
厨房	ガス調理機器	
	電気厨房(IH)	
照明	照明器具	249 (△7.1%)
家電	電気冷蔵庫	
	テレビ	
	食器洗い乾燥機	
	電気便座	
	電子計算機	
	ジャー炊飯器	
	洗濯機・洗濯乾燥機	
	その他家電機器	
合計		261 (△7.5%)

CNFによる面発光LED普及

CNFによるセンサー普及

図 2-2 2020 年を想定した家庭部門の CO<sub>2</sub> 排出量の推移(LED、センサー)

(出典): 環境省『2014 年度(平成 26 年度)の温室効果ガス排出量(確定値)について』、

資源エネルギー庁「家庭部門機器別エネルギー消費量の内訳」より算定

LED については、面発光 LED の推進 (LED に対して素子数を大幅に低減) と、センサーについては HEMS (エアコンの最適制御) の推進に寄与するものと想定している。一方で、省エネ以外の機器導入効果が含まれており、他施策との重複が懸念される。



## 2. 2030年におけるCNF適用製品の普及推計と妥当性検証

### 2.1. 2030年におけるCO<sub>2</sub>削減量推計の流れ

ここではCNF適用機器が普及しない場合に対して、普及した場合の削減量を推計した。削減量推計の流れを図2-3に示す。

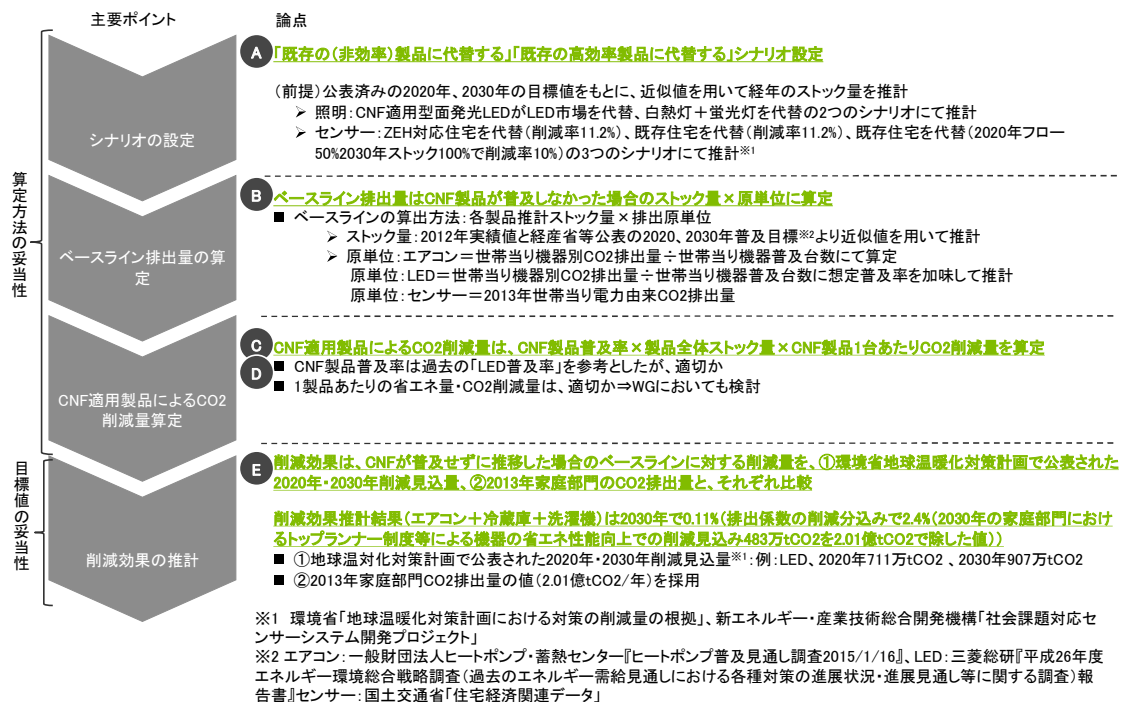
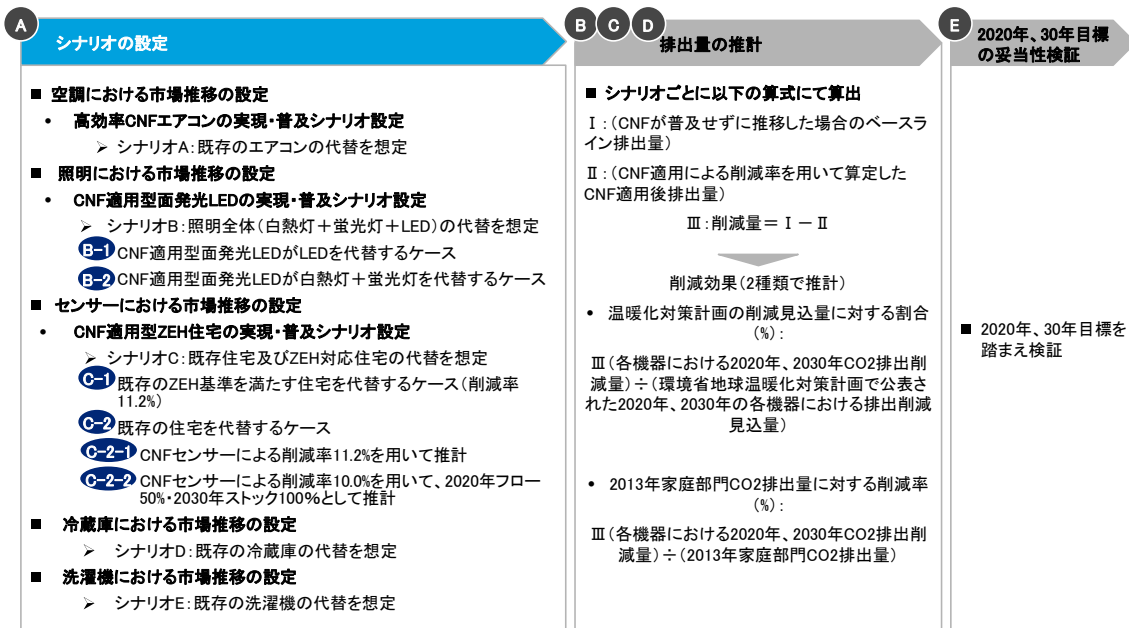


図 2-3 CO<sub>2</sub>削減量推計の流れ

ベースライン排出量の算定方法としては各製品の推計ストック量に排出原単位を乗じることで算定した。CNF適用製品のCO<sub>2</sub>排出量はCNFの普及率としてLEDの普及率を採用した。

また、個別機器に対しては、「シナリオ設定」「排出量推計」「削減目標の妥当性」の順で検討した。フローを図2-4に示す。



※いずれのシナリオにおいても、CNFの普及率は、LEDの普及率(過去及び推計)より算出(出所 経済産業省、環境省、三菱総合研究所)

図 2-4 実現目標設定の調査フロー

シナリオの設定において、照明は「CNF 適用型面発光 LED が LED を代替するケース」と「CNF 適用型面発光 LED が白熱灯+蛍光灯を代替するケース」の2ケースとし、センサーは「既存のZEH基準を満たす住宅を代替するケース(削減率11.2%)」、「既存の住宅を代替するケース」に分けて設定した。「既存の住宅を代替するケース」はさらに「CNFセンサーによる削減率11.2%を用いて推計」、「CNFセンサーによる削減率10.0%を用いて、2020年フロー50%・2030年ストック100%として推計」の2ケースに分けて設定した。

## 2.2. 推計結果のサマリー

前項で示した 2030 年における CO<sub>2</sub>削減量推計の流れに基づき、推計した結果を図 2-5 に示す。

機器別CO<sub>2</sub>削減量と家庭部門に対する削減効果

機器名	代替シナリオ	ベースライン 排出量(tCO <sub>2</sub> /年)			CNF適用後排出量 (tCO <sub>2</sub> /年)		機器別 CO <sub>2</sub> 削減量(tCO <sub>2</sub> /年)		機器別 削減率(%)		温暖化対策計画の 削減見込量に対す る割合(%)		2013年家庭部門 CO <sub>2</sub> 排出量に対す る削減率(%)	
		I			II		III: I - II		III ÷ I		III ÷ 排出削減見込 量※1		III ÷ 2013年度家庭 部門排出量※2	
		2013年	2020年	2030年	2020年	2030年	2020年	2030年	2020年	2030年	2020年	2030年	2020年	2030年
エアコン	シナリオA	6,821,624	6,647,108	6,457,386	6,639,470	6,405,567	7,638	51,819	0.12%	0.80%	4.38%	14.2%	0.004%	0.03%
冷蔵庫	シナリオD	8,269,475	8,073,546	7,438,688	8,048,684	7,278,710	24,863	159,978	0.31%	2.15%	12.7%	19.3%	0.01%	0.08%
洗濯機 (洗濯槽 及びバル セータ)	シナリオE	627,672	634,248	612,489	633,519	607,574	729	4,915	0.11%	0.8%	-	-	0.0004%	0.0024%
合計	各機器における 合計値 (シナリオA+シナ リオD+シナリオE)	-	-	-	-	-	<b>33,230</b>	<b>216,784</b>	-	-	-	-	<b>0.01%</b>	<b>0.11%</b>

$$\text{排出係数を加味した削減率} = 0.11\% \times \frac{0.57\text{kg-CO}_2/\text{kWh}(\text{2013年度の全電源平均})}{0.37\text{kg-CO}_2/\text{kWh}(\text{2030年度の全電源平均見通し})} = 0.173\%$$

$$\text{排出係数を加味した寄与率} = \frac{0.173\%(\text{本事業の削減率推計})}{2.40\%(\text{トップランナーの2030年目標への寄与率})} = 7.19\%$$

※1 各機器における排出削減見込量を用いて算出(エアコン: 2020年17.5万tCO<sub>2</sub>・2030年36.4万tCO<sub>2</sub>、冷蔵庫2020年20万tCO<sub>2</sub>・2030年83万tCO<sub>2</sub>、LED: 2020年711万tCO<sub>2</sub>・2030年907万tCO<sub>2</sub>、センサー: 2020年202万tCO<sub>2</sub>・2030年710万tCO<sub>2</sub>)

※2 2013年家庭部門CO<sub>2</sub>排出量の値(2.01億tCO<sub>2</sub>)を採用

図 2-5 推計結果サマリー(エアコン+冷蔵庫+洗濯機)

結果として、2030年の家庭部門におけるCO<sub>2</sub>削減量は、2013年の家庭部門CO<sub>2</sub>排出量に対する削減量に対して、0.11%の削減率となった(CNF適用型エアコン+CNF適用型冷蔵庫+CNF適用型洗濯機の場合)。これはトップランナーの寄与2.4%に対し、7.19%を占めている。

次に、参考としてLEDとセンサーを含めた場合の推計結果を図2-6に示す。

機器別CO2削減量と家庭部門に対する削減効果

機器名	代替シナリオ	ベースライン 排出量 (tCO2/年)			CNF適用後排出量 (tCO2/年)		機器別 CO2削減量 (tCO2/年)		機器別 削減率 (%)		温暖化対策計画の 削減見込量に対する 割合 (%)		2013年家庭部門 CO2排出量に対する 削減率 (%)	
		I			II		III: I - II		III ÷ I		III ÷ 排出削減見込 量 <sup>※1</sup>		III ÷ 2013年度家庭 部門排出量 <sup>※2</sup>	
		2013年	2020年	2030年	2020年	2030年	2020年	2030年	2020年	2030年	2020年	2030年	2020年	2030年
エアコン	シナリオA	6,821,624	6,647,108	6,457,386	6,639,470	6,405,567	7,638	51,819	0.12%	0.80%	4.38%	14.2%	0.004%	0.03%
冷蔵庫	シナリオD	8,269,475	8,073,546	7,438,688	8,048,684	7,278,710	24,863	159,978	0.31%	2.15%	12.7%	19.3%	0.01%	0.08%
洗濯機 (洗濯槽、 パルセータ)	シナリオE	627,672	634,248	612,489	633,577	607,967	670	4,522	0.11%	0.7%	-	-	0.0003%	0.0022%
CNF 適用型 面発光 LED	シナリオB-1 LED代替	18,129,379	16,593,707	12,877,573	16,020,308	9,002,375	573,340	3,875,198	3.46%	30.1%	<b>8.06%</b>	<b>42.7%</b>	<b>0.29%</b>	<b>1.93%</b>
	シナリオB-2 白熱灯+蛍光灯 代替	18,129,379	16,593,707	12,877,573	15,643,747	9,002,375	949,961	3,875,198	5.72%	30.1%	<b>13.4%</b>	<b>42.7%</b>	<b>0.47%</b>	<b>1.93%</b>
セン サー (エアコン の最適制 御)	シナリオC-1 ZEH対応住宅代 替 (削減率11.2%)	137,101,835	107,853,193	63,729,407	107,777,428	63,388,467	75,764	340,940	0.07%	0.53%	3.75%	<b>4.80%</b>	0.038%	<b>0.17%</b>
	シナリオC-2 既存住宅代替 (削減率11.2%)	137,101,835	107,853,193	63,729,407	107,146,060	63,388,600	707,133	340,807	0.66%	0.53%	<b>35.0%</b>	<b>4.80%</b>	<b>0.35%</b>	<b>0.17%</b>
	シナリオC-2-2 既存住宅代替 (CNF対応住宅が 2020年フロー量 50%、削減率10%)	137,101,835	107,853,193	63,729,407	107,844,475	63,729,540	8,718	0	0.01%	<b>0.00%</b>	<b>0.43%</b>	<b>0.00%</b>	0.00%	0
合計	(シナリオA+シナ リオD+シナリオE+ シナリオB+シナ リオC)	-	-	-	-	-	<b>615,288</b> ~ <b>1,890,324</b>	<b>4,091,982</b> ~ <b>4,432,922</b>	-	-	-	-	<b>0.30%</b> ~ <b>0.83%</b>	<b>2.04%</b> ~ <b>2.21%</b>

※1 各機器における排出削減見込量を用いて算出(エアコン:2020年17.5万tCO2・2030年36.4万tCO2、冷蔵庫2020年20万tCO2・2030年83万tCO2、LED:2020年711万tCO2・2030年907万tCO2、センサー:2020年202万tCO2・2030年710万tCO2)  
 ※2 2013年家庭部門CO2排出量の値(2.01億tCO2)を採用

図 2-5 推計結果サマリー(エアコン+冷蔵庫+洗濯機+LED+センサー)

結果として、2030年で最大2.2%の削減に寄与すると推計した。一方でセンサー・面発光LEDの効果は未知数である。

上記を踏まえ、2020年及び2030年の実現目標(案)を設定した(図2-6)。

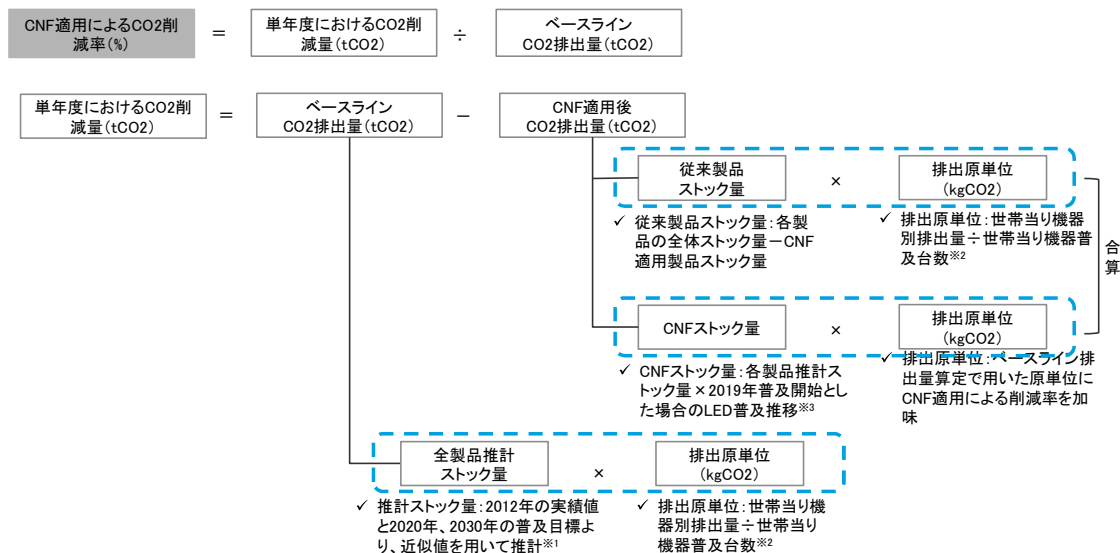
<p>2020年の実現目標</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 【定性目標】CNF適用製品が認知されている</li> <li>■ 【定量目標】以下の仕様の商品開発を目指す <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 空調機器:ファンへのGFRP100%代替 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 効率:2.0%改善</li> </ul> </li> <li>✓ 冷蔵庫:筐体板金へのCNF複合材代替 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 効率:5.4%改善</li> </ul> </li> <li>✓ 洗濯機:洗濯槽へのCNF複合材代替 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 効率:2.0%改善</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>(また、チャレンジ項目であるが)</li> <li>✓ 照明機器:CNF適用型面発光LEDの開発、光拡散材・熱拡散材への100%CNF材の適用 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 通常のLED機器からの省エネ率:75%削減(面発光LEDによる削減効果も含む)</li> </ul> </li> <li>✓ センサー:HEMS用CNF適用型センサーの開発、センサー基板への100%CNF材の適用 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 既存住宅からの省エネ率:11.2%削減(ZEH住宅による10%削減効果も含む)</li> </ul> </li> </ul>
<p>2030年の実現目標</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 【定性目標】(2020年目標で製造した製品の)CNF適用製品が定着している</li> <li>■ 【定量目標】CNF適用製品の普及拡大による家庭分野でのCO2削減、2013年度比0.11%の達成 <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 空調機器:CNF適用型空調機器 普及率40%</li> <li>✓ 冷蔵庫:CNF適用型冷蔵庫 普及率40%</li> <li>✓ 洗濯機:CNF適用型洗濯機 普及率40%</li> </ul> </li> <li>✓ センサー、LEDは仮に開発されていれば加味</li> </ul>

図 2-6 2020年及び2030年の実現目標の設定

2020年の実現目標としては、CNF適用製品の商用化（既存部品の100%CNF材での代替、性能目標の達成）を目指し、2030年の実現目標としては、家庭部門の2013年度CO<sub>2</sub>排出量に対し、0.11%削減を目指すこととした。

### 2.3. 推計に用いたCO<sub>2</sub>削減効果の算定方法、CNF普及率

前項における推計に用いたCO<sub>2</sub>削減効果の算定方法について図 2-7 に示す。



※1 エアコン:一般財団法人ヒートポンプ・蓄熱センター『ヒートポンプ普及見通し調査2015/1/16』、LED:三菱総研『平成26年度エネルギー環境総合戦略調査(過去のエネルギー需給見通しにおける各種対策の進展状況・進展見通し等に関する調査)報告書』センサー:国土交通省「住宅経済関連データ」  
 ※2 環境省「日本の温室効果ガス排出量の算定結果2012年」(<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg/2012yoin-8-10.pdf>)  
 ※3 環境省中央環境審議会第111回(平成24年10月24日)参考資料4「3.エネルギー対策(家庭部門)」

図 2-7 CO<sub>2</sub>排出削減量推計の算定方法

算定方法としては、ストック量と原単位からCO<sub>2</sub>排出量を推計後、削減効果を求める方法を採用している。次にCNF普及率の推計方法について図 2-8 に示す。

LED普及率を採用した根拠	CNFの普及率は、新技術を用いた製品が市場投入されてからの普及率と同様の普及推移を辿ると考えることから、LEDの普及率を採用した
LED普及率の推計方法	LED普及率は2007年に商用化が開始し、2013年実績が23%、普及目標が2020年50%、2030年100%であることから、近似値を用いて経年の普及率を推計した
CNF普及率	CNFの普及率は2019年に商用化が開始されると仮定し、2019年からLEDの普及率と同様の値を採用している。これによってCNFの普及率は2020年に6%、2030年に40%と推計した

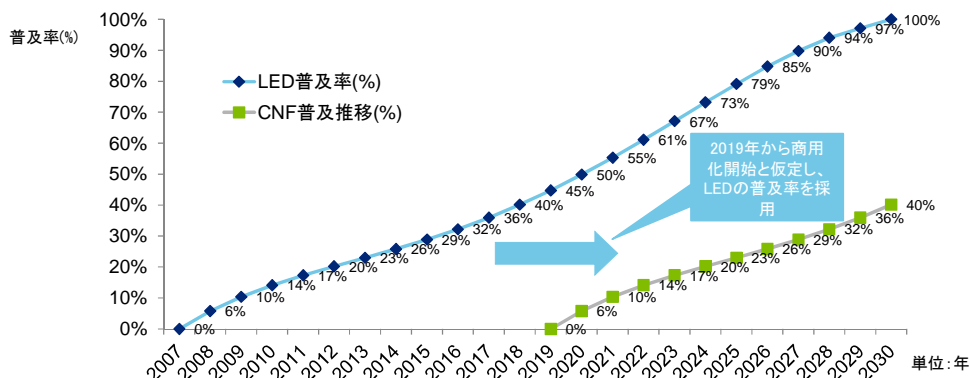


図 2-8 CNF普及率の推移推計

CNF普及率は新技術が市場に投入された際の普及曲線と同様に推移すると仮定し、ここではLEDの普及率を参考に、2020年6%、2030年40%と一律で推計している。

次に個別機器におけるCO<sub>2</sub>削減率とその推計方法及び出所を表2-9に示す。

表 2-9 適用可能性の評価指標案

製品名	CO <sub>2</sub> 削減目標 (%)	設定根拠・出典	
CNF適用型エアコン	(非適用エアコンに対し) 2.0%	設定根拠	室外機のファンは全エネルギー使用量の概ね5%を占める。流量を同一、外径を1.2倍した場合室外機のファン消費電力は半減することから、COPは2.5%改善と想定。COP2.5%改善より、冷暖房能力が変わらないと想定すると、消費電力は2.5%改善すると設定
		出所	Panasonic technology Journal Vol. 56 No.2 Jul2010 東芝レビューVol.70 No.12 (2015) 等より算定
CNF適用型冷蔵庫	(非適用冷蔵庫に対し) 5.4%	設定根拠	筐体の板金部分をCNF代替することで、熱伝導率が下がり、保冷性が上がるため、CO <sub>2</sub> 削減効果が見込める。年間電力使用量が180kWh/年(容量500L)の冷蔵庫で、削減効果は12kWh/年・台と想定、これは約6.7%の削減率となる
		出所	有識者ヒアリング
CNF適用型洗濯機	(洗濯槽及びパルセータ、非適用洗濯機に対し) 2.0%	設定根拠	CNF適用により、既存のステンレス槽と比べて洗濯槽の軽量化が見込める。またパルセータも同様に軽量化が見込める。ステンレスとCNF複合材の比剛性により軽量化率は約50%である(メーカーヒアリングに基づく)ため、洗濯時の消費電力削減効果は2.5%と推計
		出所	メーカーヒアリング パナソニック社HP <a href="http://panasonic.jp/wash/p-db/NA-VG710L_spec.html">http://panasonic.jp/wash/p-db/NA-VG710L_spec.html</a>
CNF適用型面発光LED	(既存のLED照明に対し面発光LED導入で) 75% ※CNF独自の削減量は無し	設定根拠	LEDが面発光LEDに置換された場合と同等の数値と設定
		出所	株式会社エンプラスHP <a href="http://lightenhancercap.com/light-enhancer-cap/light-enhancer-cap2.html">http://lightenhancercap.com/light-enhancer-cap/light-enhancer-cap2.html</a>
CNF適用型センサー(エアコンの最適制御)	(当該センサーが導入されることで1世帯あたり電力由来CO <sub>2</sub> 排出量に対して)10~11.2% ただし従来のHEMSのみで10%程度の効果 ※CNF独自の削減量は無し	設定根拠	グリーンセンサーネットワークにて得られた中小規模オフィス・店舗の削減効果と同等の数値と設定
		出所	NEDO「平成23年度~平成26年度成果報告書 社会課題対応センサーシステム開発プロジェクト」

CO<sub>2</sub>削減目標をエアコン2.0%、冷蔵庫5.4%、洗濯機2.0%で推計している。面発光LED、センサー(エアコンの最適制御)については、導入効果を評価している(CNF独自の削減量はない)。

最後に参考として、個別機器ごとのCO<sub>2</sub>削減量の推計方法及び出所を表2-10、2-11、2-12、2-13、2-14に示す。

表 2-10 エアコンにおけるCO<sub>2</sub>削減効果の推計方法及び出典

製品名	推計方法・出典		
CNF 適用型 エアコン	エアコンストック数ベースライン	①	一般財団法人ヒートポンプ・蓄熱センター『ヒートポンプ普及見通し調査 2015/1/16』をもとに DTC にて推計
	CNF 適用型エアコン数	②	①×CNF 適用型エアコン普及率想定 (CNF 適用型面発光 LED と同様)
	排出原単位	③	(1)家庭のエアコン：2013 年世帯あたり機器 CO <sub>2</sub> 排出量÷世帯あたり機器普及台数 出所：全国地球温暖化防止活動推進センター ( <a href="http://www.jccca.org/">http://www.jccca.org/</a> ) 資源エネルギー庁 ( <a href="http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saving/general/actual/">http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saving/general/actual/</a> ) 全国地球温暖化防止活動推進センター ( <a href="http://www.jccca.org/">http://www.jccca.org/</a> ) 一般財団法人家電製品協会 (2) CNF 適用エアコン：： (1) ×CNF 適用による削減率 (既述)
	製品全体での CO <sub>2</sub> 排出量	④	既存エアコン数×③ (1) + CNF 適用型 ZEH 住宅数×③ (2)

表 2-11 冷蔵庫におけるCO<sub>2</sub>削減効果の推計方法及び出典

製品名	推計方法・出典		
CNF 適用型 冷蔵庫	冷蔵庫ストック数ベースライン	①	長期エネルギー需給見通し関連資料 (資源エネルギー庁) より
	CNF 適用型冷蔵庫数	②	①×CNF 適用型冷蔵庫普及率想定 (CNF 適用型面発光 LED と同様)
	排出原単位	③	(1)従来型冷蔵庫：長期エネルギー需給見通し関連資料 (資源エネルギー庁) (2)CNF 適用冷蔵庫：： (1) ×CNF 適用による削減率 (既述)
	製品全体での CO <sub>2</sub> 排出量	④	従来型冷蔵庫数×③ (1) + CNF 適用型冷蔵庫数×③ (2)

表 2-12 洗濯機におけるCO<sub>2</sub>削減効果の推計方法及び出典

製品名	推計方法・出典		
CNF 適用型 洗濯機	洗濯機ストック数ベースライン	①	地球温暖化対策計画 (環境省) より
	CNF 適用型洗濯機数	②	①×CNF 適用型洗濯機普及率想定 (CNF 適用型面発光 LED と同様)
	排出原単位	③	(1)従来型洗濯機： ドラム型洗濯機の洗濯時電力使用量 (65Wh/回※1) ×洗濯回数 (6.3 回/週※2) ×52 (週) /1,000×0.57 (kg-CO <sub>2</sub> /kWh) (2) CNF 適用洗濯機： (1) ×CNF 適用による削減率 (既述)
	製品全体での CO <sub>2</sub> 排出量	④	従来型洗濯機数×③ (1) + CNF 適用型冷蔵庫数×③ (2)

(出典):※1 パナソニック社 HP [http://panasonic.jp/wash/p-db/NA-VG710L\\_spec.html](http://panasonic.jp/wash/p-db/NA-VG710L_spec.html)

※2 日本石鹸洗剤工業会「洗濯日数・洗濯回数」([http://jsda.org/w/01\\_katud/a\\_seminar07.html](http://jsda.org/w/01_katud/a_seminar07.html))



表 2-13 LED におけるCO<sub>2</sub>削減効果の推計方法及び出典

製品名	推計方法・出典		
C N F 適用型 面発光 LED	全製品推計 ストック数 (LED 含む) ベースライ ン	①	三菱総合研究所「平成 26 年度エネルギー環境総合戦略調査（過去のエネルギー需給見通しにおける各種対策の進展状況・進展見通し等に関する調査）報告書」2015 年 3 月より、DTC で近似曲線を用い推計
	LED 照明スト ック数ベー スライン	②	①×LED 普及率（既述）
	C N F 適用 型面発光 LED ストック数	③	①×C N F 適用型面発光 LED 普及率想定（既述）
	排出原単位	④	(1)家庭の照明（LED 含む）：2013 年世帯あたり機器 CO <sub>2</sub> 排出量÷世帯あたり機器普及台数 出所：環境省（ <a href="http://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg/2012yoin-8-10.pdf">http://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg/2012yoin-8-10.pdf</a> ） (2)家庭の照明（LED 除く）：(1)/(LED 普及率*(1-(蛍光灯・白熱灯を LED に代替した場合の削減率)))+(1-LED 普及率) 出所：一般社団法人日本照明工業会『照明制御装置による消費電力削減効果の評価手法 追補 1, 2015 年 3 月』 <a href="http://www.jlma.or.jp/siryo/pdf/tuiho/tech130tuiho-20150318.pdf">http://www.jlma.or.jp/siryo/pdf/tuiho/tech130tuiho-20150318.pdf</a> (3)C N F 適用型面発光 LED：(2)×C N F 適用による削減率（既述）
	製品全体で の CO <sub>2</sub> 排出量	⑤	シナリオ B-1（LED 代替） 既存照明ストック（①－②）、LED 照明ストック数（②－③）、C N F 適用型面発光 LED ストック数：③ シナリオ B-2（既存照明代替） 既存照明ストック（①－②－③）、LED 照明ストック数：②、C N F 適用型面発光 LED ストック数：③ 【共通】 既存照明ストック数×④（2）+LED 照明ストック数×④（2）×（蛍光灯・白熱灯を LED に代替した場合の削減率）+C N F 適用型面発光 LED ストック数×④（3）

表 2-14 センサー(エアコンの最適制御)におけるCO<sub>2</sub>削減効果の推計方法及び出典

製品名	推計方法・出典		
C N F 適用型 センサ ー (エ ア コ ン の 最 適 制 御)	全住宅数 (ZEH 含む) ベースライ ン	①	国土交通省「住宅経済関連データ」、国立社会保障・人口問題研究所「日本の世帯数の将来推計」より、DTC で年平均成長率を算出し推計
	ZEH 住宅数 ベースライ ン	②	環境省「地球温暖化対策計画における対策の削減量の根拠」より、DTC にて近似曲線を用い推計
	C N F 適用 ZEH 利用数	③	①×C N F 適用 ZEH 住宅普及率想定(C N F 適用面発光 LED と同様)
	排出原単位	④	(1)2013 年度 1 家庭あたりの電力由来 CO <sub>2</sub> 排出量、2030 年度 1 家庭あたりの電力由来 CO <sub>2</sub> 排出量をもとに DTC にて推計 出所：環境省「2013 年度の温室効果ガス排出量について」 出所：環境省「地球温暖化対策計画における対策の削減量の根拠」 (2) ZEH 住宅の 1 家庭あたりの電力由来 CO <sub>2</sub> 排出量： (1) or (2) × 10% 出所：環境省「2013 年度の温室効果ガス排出量について」 (3) C N F 適用 ZEH 住宅の 1 家庭あたりの電力由来 CO <sub>2</sub> 排出量： (1) or (2) × C N F 適用による削減効果(10% or 11.2%) 出所：NEDO「社会課題対応センサーシステム開発プロジェクト」を参考に設定
	製品全体で の CO <sub>2</sub> 排出量	⑤	シナリオ C-1 (ZEH 代替、C N F 適用による削減効果 11.2%) 既存住宅数 (① - ②)、ZEH 住宅数 (② - ③)、C N F 適用 ZEH 住宅数：③ シナリオ C-2-1 (既存住宅代替、C N F 適用による削減効果 11.2%) 既存住宅数 (① - ② - ③)、ZEH 住宅数：②、C N F 適用 ZEH 住宅数：③ シナリオ C-2-2 (既存住宅代替、C N F 適用による削減効果 10%、2020 年 ZEH 住宅が新築着工の 50%、2030 年 ZEH 住宅がストック 100% となるように設定)  共通 既存住宅数×④ (1) + ZEH 住宅数×④ (2) + C N F 適用 ZEH 住宅数×④ (3)

## 巻末資料2

セルロースナノファイバーを用いた家電部材及び住宅建材に関する

LCA ガイドライン (案)



セルロースナノファイバーを用いた  
家電部材及び住宅建材に関する  
LCA ガイドライン（案）

平成29年3月



## 目 次

1. 基本的な考え方	1
1.1 目的	1
1.2 用語の解説	2
1.3 対象とする製品	5
1.4 LCA 実施主体	5
1.5 システム境界の考え方	5
1.6 機能単位の設定	7
1.7 LCA 実施フロー	8
1.8 比較対象とするオリジナルプロセスの設定に関する留意事項	9
1.9 類似する基準等	9
2. 算定事業モデルの設定とプロセスフローの明確化	11
2.1 算定事業モデルの設定	11
2.2 プロセスフローの明確化	11
3. 活動量データの収集・設定	13
3.1 活動量データの収集・設定	13
3.1.1 原材料調達段階	13
3.1.2 製造段階	14
3.1.3 流通段階	15
3.1.4 使用段階	15
3.1.5 廃棄（リサイクル）段階	16
3.2 収集データの精度	18
3.3 カットオフ基準の考え方	18
4. 温室効果ガス排出原単位データの収集・設定	19
4.1 地球温暖化対策法に基づく排出係数の利用	19
4.2 LCI データベースの利用	19
5. 温室効果ガス排出量の評価	22
5.1 温室効果ガス排出量の算定・評価方法	22
5.2 配分の方法	24
5.3 感度分析の実施	24

6. 本ガイドラインにおけるレビュー.....	24
6.1 本ガイドラインにおけるレビュー.....	24



## 1. 基本的な考え方

### 1.1 目的

セルロースナノファイバー（以下、「CNF」という。）は、木材等のカーボンニュートラルな植物由来の原料で、高い比表面積と空孔率を有していることから、軽量でありながら高い強度や弾性を持つ素材として、様々な基盤素材への活用が期待され、精力的な開発が進められている。特に、高強度材料（自動車部品、家電製品筐体）や高機能材料（住宅建材、内装材）への活用は、軽量化や高効率化などエネルギー消費を削減することから、地球温暖化対策への多大なる貢献が期待されている。

また、これまで、国・民間で行われてきた技術開発の蓄積により、CNF は素材として実用段階に入り、CNF の物性を活かした用途開発の取組が活発になりつつあるが、現時点で市場が未熟な CNF の普及には、様々な実証モデル事業を実現させていくことが必要である。

その中で、環境省では、家電製品や住宅建材に対して、セルロースナノファイバーへの適応並びに低炭素化を推進しており、「平成 28 年度セルロースナノファイバー性能評価モデル事業（早期社会実装に向けた導入実証）委託業務」等の実証モデル事業を実施している。

本ガイドラインは、上述したモデル事業等での、CNF 素材を適用した家電部材及び住宅建材（CNF 部材）ごとの温室効果ガス排出削減効果を、LCA 観点から定量的に、事業者自らが評価する際に活用できるよう、作成したものである。

## 1.2 用語の解説

本ガイドラインで使用する用語の解説を以下に示す。(五十音順)

### ○一次データ

算定する事業者が自らの責任で収集するデータをいう。具体的には、自社で測定をしたデータや、他社への聞き取りを行って収集したデータ等を指す。

### ○オリジナルプロセス

製造される CNF 部材が代替する化石燃料部材のライフサイクルのプロセスを示す。

### ○温室効果ガス

太陽によって温められた地表から放射される熱を吸収し、地表付近を温める働きがあるガスを指す。京都議定書の第二約束期間では、二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>)、メタン (CH<sub>4</sub>)、N<sub>2</sub>O (一酸化二窒素) のほかハイドロフルオロカーボン (HFC) 類、パーフルオロカーボン (PFC) 類、六フッ化硫黄 (SF<sub>6</sub>)、三フッ化窒素 (NF<sub>3</sub>) が削減対象の温室効果ガスと定められている。

### ○活動量データ

製品を製造する過程で入力 (投入等)、または出力 (排出等) される、物またはエネルギーの量的データを指す。

### ○カットオフ基準

LCA において、商品又はサービス全体の温室効果ガス排出量の算定結果に大きな影響を及ぼさないものとして、一定の基準以下のものは算定を行わなくてもよい取決めをいう。

### ○機能単位

製品の機能を定量化するための基準単位。機能単位が比較の基準となるため、機能の種類・規模を同一にするだけでなく、それらの量的な値も等しくする必要がある。

### ○CNF (Cellulose Nanofiber)

木材等のカーボンニュートラルな植物由来の原料で、高い比表面積と空孔率を有していることから、軽量でありながら高い強度や弾性を持つ素材。

### ○CNF 素材

間伐材などの植物由来の原料から製造された CNF 単体及び CNF を用いた複合材を指す。

### ○CNF 部材

- ・ CNF 素材を用いて製造された家電部材 (エアコンのファンや家庭用センサーの基板等)。
- ・ CNF 素材を用いて製造された住宅建材 (窓枠や断熱材等)。

### ○システム境界

製品システムと環境又は他の製品システムとの境界をいう。LCI 分析においては分析の対象範囲を指す。

### ○二次データ

算定を行う事業者が自ら収集することが困難で、共通データや文献データ、LCA の実施例から引用するデータのみによって収集されるものをいう。

○配分（アロケーション）

複数種別の商品が混流するプロセスや、異なる部門が混在するサイト等において、全体の排出量から個別商品の排出量を推計することをいう。

○GWP(Global Warming Potential:地球温暖化係数)

温室効果ガスの温室効果をもたらす程度を、二酸化炭素の当該程度に対する比で示した係数をいう。

○LCA(Life Cycle Assessment:ライフサイクルアセスメント)

商品又はサービスの原料調達から廃棄・リサイクルに至るまでのライフサイクル全体を通しての環境負荷を定量的に算定する手法。

○LCI データベース

LCA 対象となる商品またはサービスに関して、投入される資源やエネルギー（インプット）、および生産または排出される製品・排出物（アウトプット）のデータを収集・算出しデータベース化したもの。

(参考) LCA (Life Cycle Assessment : ライフサイクルアセスメント) とは

LCA は一般的には、図 1 に示すように、製品やサービスなどにかかわる、原料の調達から製造、流通、使用、廃棄、リサイクルに至るライフサイクル全体を対象として、各段階の資源やエネルギーの投入量と様々な排出物の量を定量的に把握し (インベントリ分析)、これらによる様々な環境影響や資源・エネルギーの枯渇への影響などを客観的に可能な限り定量化し (影響評価)、これらの分析・評価に基づいて環境改善などに向けた意思決定を支援するための科学的・客観的な根拠を与え得る手法である。

国際標準化機構 (ISO) では、ライフサイクル評価の実施事例の増加に伴い、その共通基盤を確立することが望ましいと判断し、評価手法の規格化を行っている。LCA の概念と ISO-LCA の枠組みを図 1 に、LCA 関連の ISO 規格を表 1 に示す。

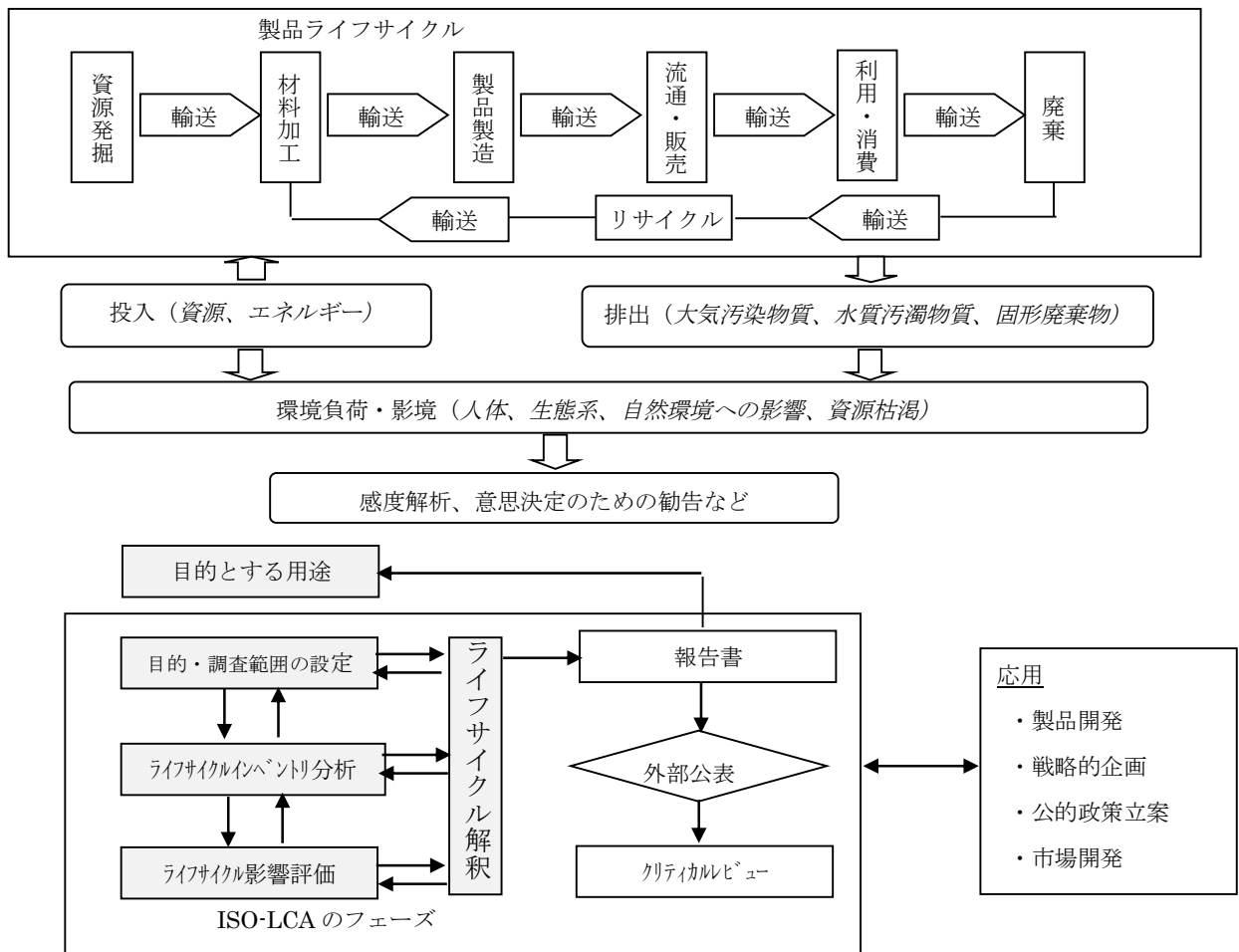


図 1 LCA の概念と ISO-LCA の枠組み

表 1 LCA 関連の ISO 規格

規格番号	表題
ISO14040 : 2006	原則及び枠組み
ISO14044 : 2006	要求事項及び指針

### 1.3 対象とする製品

本ガイドラインでは、CNF 素材を適用した家電部材及び住宅建材（以後、CNF 部材）を対象とする。

#### 【解説・参考】

- ・ LED や、家庭用センサー、エアコン等の家電製品における家電部材を対象とする。
- ・ 窓枠や、断熱材等の住宅建材を対象とする。
- ・ 家電製品及び住宅建材ごとに、製品性能や耐用年数といった製品仕様を設定する必要がある。
- ・ 環境省での実証モデル事業の対象製品ごとで算定することを想定している。

### 1.4 LCA 実施主体

LCA 実施者としては、以下を想定している。

- ・ CNF 部材の製造者・販売業者

#### 【解説・参考】

- ・ LCA の実施者は、LCA に関する知見を持っていること、並びに、LCA の観点から事業の評価ができるものであることが望ましい。

### 1.5 システム境界の考え方

セルロースナノファイバーを用いた家電部材及び住宅建材（CNF 部材）の LCA におけるシステム境界は、原材料調達段階～廃棄（リサイクル）段階とする。

#### 【解説・参考】

- ・ システム境界にはリサイクル段階も含めるものとする。
- ・ CNF 素材の生産設備、CNF 部材の生産設備に関するプロセスについても、本ガイドラインでは考慮している。
- ・ 特に、CNF 素材の製造も含むモデル事業については、CNF 素材の製造の詳細データの収集が重要である。
- ・ CNF 素材を用いた家電部材への LCA 適用におけるシステム境界を図 2 に示す。
- ・ CNF 素材を用いた住宅建材への LCA 適用におけるシステム境界を図 3 に示す。
- ・ CNF 素材を用いた住宅建材への LCA 適用における、使用段階のシステム境界イメージを図 4 に示す。
- ・ ただし、製造段階における家電製品及び住宅建材の組立工程（輸送も含む）については、把握が困難な領域であり、またオリジナルプロセスと対象プロセスが同一である可能性も高いことから対象外とする。
- ・ CNF 部材を製品に組み込む際に、設計変更が行われる際には、該当設計変更部材までシステム境界を拡張する。

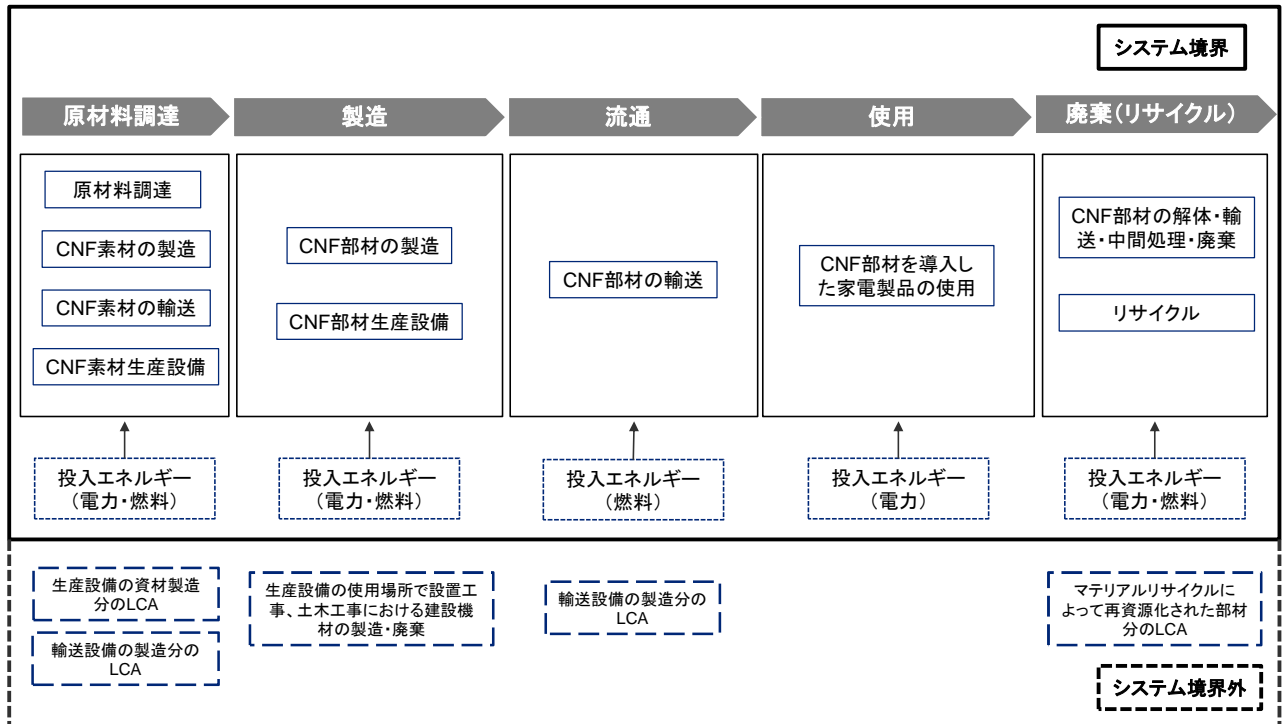


図2 CNF素材を用いた家電部材のLCA適用におけるシステム境界

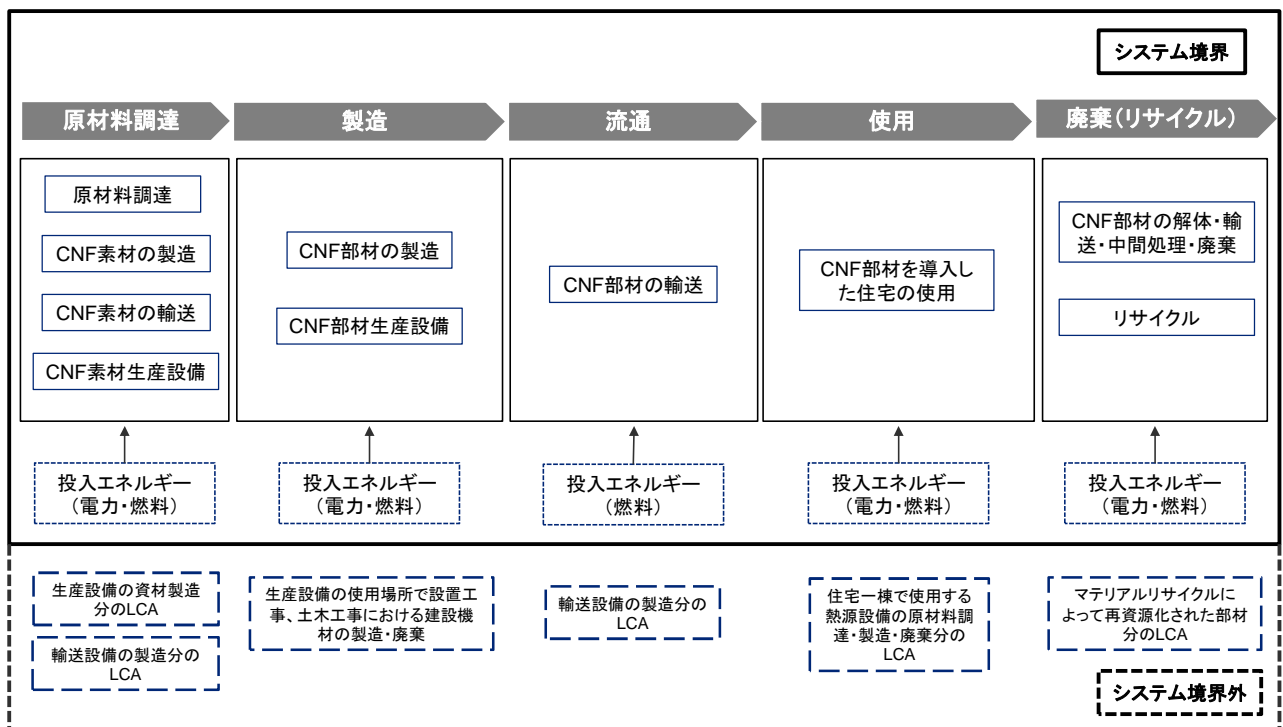
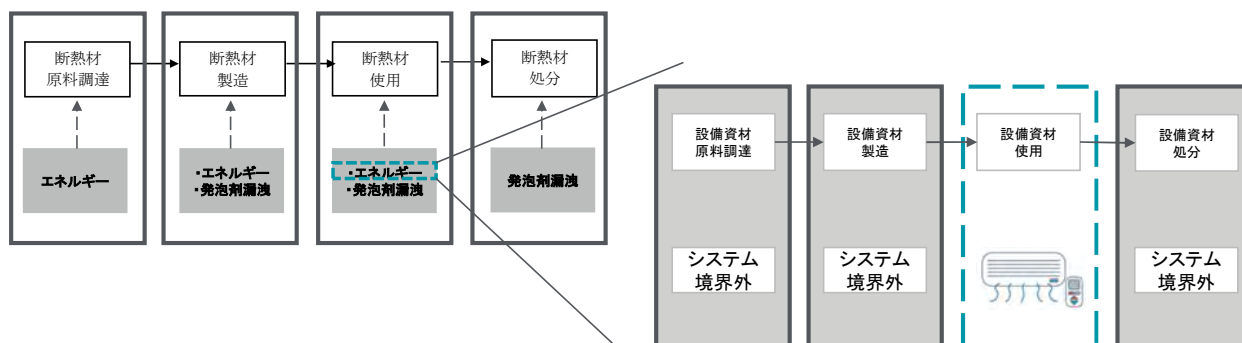


図3 CNF素材を用いた住宅建材のLCA適用におけるシステム境界



- ▶ 使用段階では**エネルギー使用量を含める**(発泡剤漏洩は要検討)
- ▶ 輸送段階もシステム境界内とする(但し発泡剤漏洩は含めない)

- ▶ 使用段階にエネルギー使用量を含めることにより、システム境界に熱源機器(エアコン、石油ストーブ等)も含まれることとなるが、**実施前後で機器は変わらないと想定し、これらの原料調達・製造段階・廃棄段階のCO2排出量は対象外**とした

図4 CNF素材を用いた住宅建材へのLCA適用における、使用段階のシステム境界イメージ

## 1.6 機能単位の設定

セルロースナノファイバーを用いた家電部材及び住宅建材(CNF部材)のLCAにおける機能単位は、それぞれ以下のとおりとする。

- ・ CNF部材を組み込んだ家電1製品における同一期間に一定の性能を提供する機能
- ・ 1年間の熱利用のうちの当該部材(断熱材等)が受け持つ機能

### 【解説・参考】

- ・ LCA実施者は、対象とするCNF部材の機能(性能特性)の仕様を明確にするとともに、その機能単位を明確に定義し、計量可能なものとする必要がある。
- ・ 本ガイドラインにおいては、使用段階については、家電製品の使用時を想定している。なお、住宅建材は使用段階においてCO<sub>2</sub>を排出しないため、本ガイドラインにおける使用段階のCO<sub>2</sub>算定については、住宅(一戸建て)でのエネルギー使用量(冷暖房)を対象としている。
- ・ 住宅建材で設定した機能単位については、例えば断熱材の場合は空間占有率が考えられる。
- ・ なお、リユース等で、該当のCNF部材が複数回使用される場合は、機能単位が1つではなく、使用回数により按分されていく。

(例：CNF部材を1回リユース(つまり2回使う)場合：

- ・ 使用段階：同一の条件での家電製品1/2台に組み込んだ、1つのCNF部材における同一の期間・性能を提供する機能
- ・ 機能単位に関して、ISO14040では以下のように規定されている。

「LCAの調査範囲を設定する際には、製品の機能(性能特性)の仕様が明確に述べられなければならない。」

「機能単位は、この特定機能を定量化するもので、目的及び調査範囲に整合してなければならない。」

「機能単位を導入する主目的の一つは入力及び出力のデータを正規化(数学的な意味で)する基準を提供することである。したがって、機能単位は明確に定義され、定量化可能でなければならない。」

## 1.7 LCA 実施フロー

本ガイドラインにおける標準的な実施フローを図5に示す。

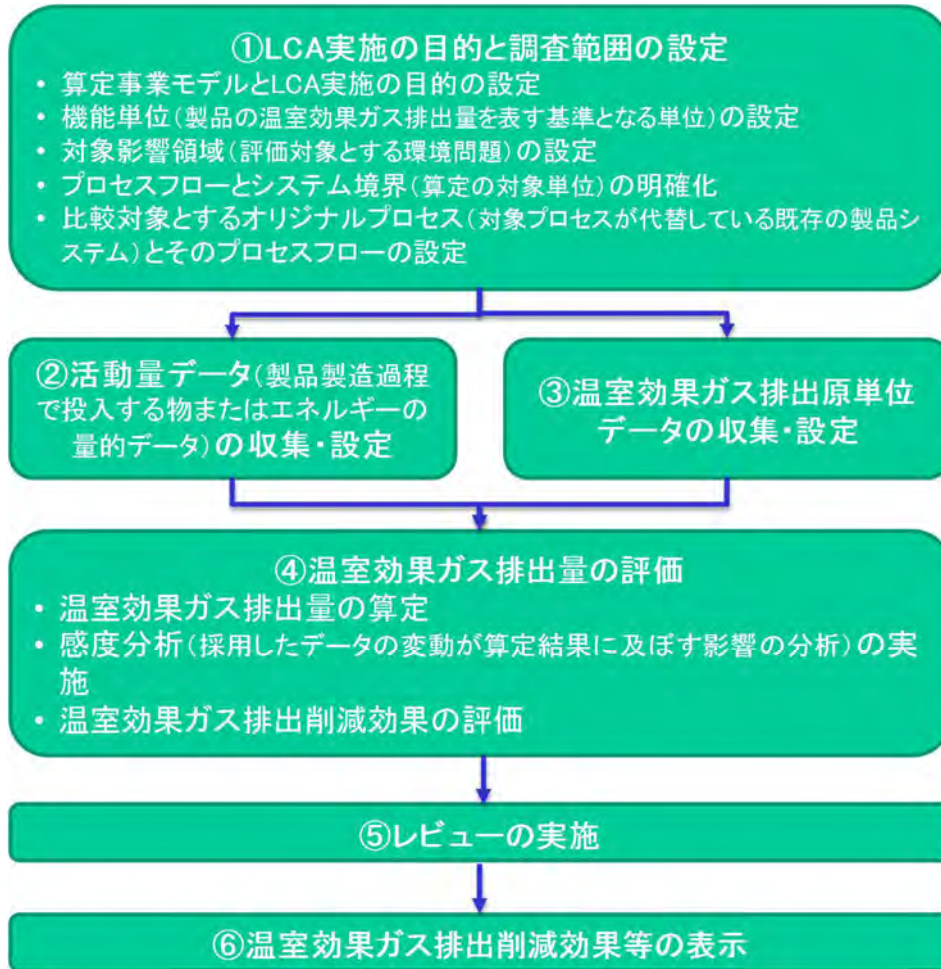


図5 CNF 素材を用いた家電部材及び住宅建材の LCA における標準的な実施フロー



## 1.8 比較対象とするオリジナルプロセスの設定に関する留意事項

比較対象とするオリジナルプロセスとして、対象プロセスと同一の機能を持つプロセスを採用し、そのプロセスフローを明確化する必要がある。

### 【解説・参考】

- ・オリジナルプロセスの設定も実施フローに含むものとする。オリジナルプロセスは、「省エネ製品カタログ」などを参考に、同様の機能を有し、市場に流通している製品を対象とするものとする。
- ・例えば、オリジナルプロセスについては、エアコンのファンであれば、ガラス繊維強化プラスチック (GFRP) 等の複合材を使用したエアコンのファンが考えられる。窓枠であれば、ポリ塩化ビニル (PVC) 等を使用した窓枠が考えられる。
- ・システム境界は、前項で設定した対象プロセスのシステム境界に合致させなければならない。

## 1.9 類似する基準等

国内で公表された LCA に関する、CNF に類似すると思われる基準を表 2 に示す。

### 【解説・参考】

- ・国内で公表された LCA において、CNF に類似すると思われる基準には、環境省が公表する LCA ガイドラインや素材視点での個別事例がある。また環境省が実施する「平成 27 年度セルロースナノファイバー活用製品の性能評価事業委託業務」等の実証モデル事業向けに CNF に特化した自動車製品に関する LCA ガイドラインを作成している。

表 2 CNF に類似すると思われる基準等

制度	名称	発行者等	選定理由
LCA ガイドライン	バイオ燃料の温室効果ガス削減効果に関する LCA ガイドライン	環境省	CNF と同じく、バイオ燃料を対象としたライフサイクルにおける環境負荷データを算出しているため
LCA ガイドライン	バイオガス関連事業の LCA に関する補足ガイドライン	環境省	CNF と同じく、バイオガスを対象としたライフサイクルにおける環境負荷データを算出しているため
LCA ガイドライン	地中熱利用システムの温室効果ガス排出削減効果に関する LCA ガイドライン	環境省	CNF と同じく、地中熱利用を対象としたライフサイクルにおける環境負荷データを算出しているため
LCA ガイドライン	CNF を用いた自動車製品に関する LCA ガイドライン	平成 27 年度事業にて実施	CNF に特化したガイドライン。自動車製品を対象としたライフサイクルにおける評価を実施しているため
LCA (独自算定)	紙・板紙のライフサイクルにおける CO <sub>2</sub> 排出量	日本製紙連合会・LCA 小委員会	CNF と同じく、紙・板紙を対象としたライフサイクルにおける環境負荷データを算出しているため
LCA (独自算定)	国内および世界における化学製品のライフサイクル評価	(一社)日本化学工業協会	評価事例として LED 関連材料や住宅用断熱材の評価を実施しているため
LCA (独自算定)	冷蔵庫のライフサイクル・インベントリ (LCI) 分析報告書	(一社)日本電機工業会	冷蔵庫におけるライフサイクル全体の CO <sub>2</sub> 排出量を算定しているため
LCA (独自算定)	建物の LCA 指針 (戸建住宅の評価例)	日本建築学会	建物のライフサイクル全体を視野に入れ、様々な環境配慮設計の取り組みを検討することを想定しているため

LCA (独自算定)	断熱部材の LCCO <sub>2</sub> 評価・算定手法の標準化調査 成果報告書 (抜粋)	(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構	断熱材、開口部 (窓ガラス+サッシ) の LCCO <sub>2</sub> 評価を実施しているため
(参考) CO <sub>2</sub> 排出削減貢献量算定のガイドライン	CO <sub>2</sub> 排出削減貢献量算定のガイドライン	(一社)日本化学工業協会	評価対象製品と比較製品におけるライフサイクル全体の CO <sub>2</sub> を算出し、その差分を算出しているため
(参考)カーボンフットプリント制度(CFP 制度)	「紙製容器包装(中間財) PCR・「プラスチック製容器包装」 PCR 事業者のための GHG 排出量算定ガイドライン 等	(一社)産業環境管理協会	<ul style="list-style-type: none"> <li>・CFP 制度は、サプライチェーン全体の CO<sub>2</sub> 削減量を把握しているため</li> <li>・CNF は、原材料が紙であり、また、紙とサプライチェーンが近い可能性もある</li> </ul>
(参考)エコリーフ環境ラベル	エコリーフ環境ラベル	(一社)産業環境管理協会	ライフサイクルにおける定量的製品環境負荷データを開示しているため

## 2. 算定事業モデルの設定とプロセスフローの明確化

### 2.1 算定事業モデルの設定

LCA 実施者は、LCA に先立って対象とする CNF 部材を明確化するとともに、その算定事業モデルを設定する。本ガイドラインでは、環境省の CNF 実証事業内での事業モデルを算定事業モデルとして適用する。

#### 【解説・参考】

- ・環境省が実施する「平成 28 年度セルロースナノファイバー性能評価モデル事業（早期社会実装に向けた導入実証）委託業務」等の実証モデル事業内での、事業モデルで算定する。
- ・ただし、原材料調達段階、製造段階における生産設備に関するプロセスについては、商用化時の生産量での算定を想定する。

### 2.2 プロセスフローの明確化

LCA 実施者は、対象とする CNF 部材の製品プロセスについて、そのプロセスフローを明確化する。プロセスフローは、「CNF 部材の製造・販売事業者」の視点から、「原材料調達段階」、「製造段階」、「流通段階」、「使用段階」、「廃棄（リサイクル）段階」の各段階を設定する。

#### 【解説・参考】

- ・上述の全ての段階を境界内に含めることを基本とする。
- ・CNF 部材等製造・販売に伴い、新たに温室効果ガス排出が生じる場合には、それについても可能な限り考慮するものとする。
- ・製品プロセスは ISO14040 では以下のように規定されており、それに準拠したプロセスフロー図を作成する必要がある。

「製品プロセスは、プロセスに細分化される。単位プロセスは、中間製品、最終製品及び／又は処理される廃棄物の流れによって相互に連結され、他の製品システムに対しては、製品の流れによって、また、システムの環境とは基本フローによって連結される。」

「製品システムをその構成要素である単位プロセスに分割すると、製品システムの入力と出力の識別が容易になる。多くの場合、入力の一部は出力製品の構成要素として使用される。しかし、単位プロセスの入力であっても出力製品の一部とならない入力もある（例えば補助入力）。単位プロセスは、それが稼動した場合、他の出力（基本フロー及び／又は製品）をも産出する。」

- ・オリジナルプロセスについても、対象プロセスのシステム境界に合致した形でプロセスフロー図を作成する必要がある。
- ・CNF 素材を用いた家電部材の LCA 適用におけるプロセスフロー図を図 6 に示す。
- ・CNF 素材を用いた住宅建材の LCA 適用におけるプロセスフロー図を図 7 に示す。

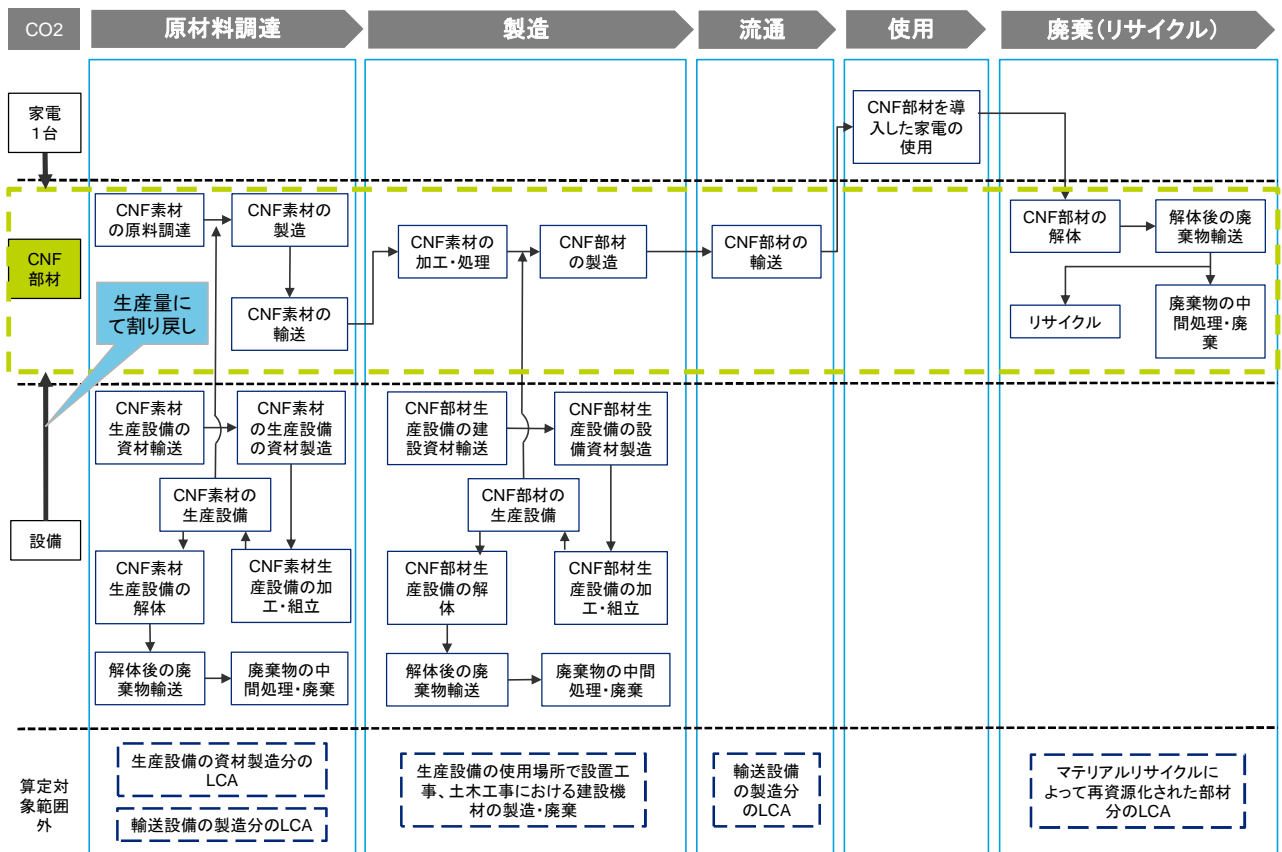


図6 CNF素材を用いた家電部材のLCA適用におけるプロセスフロー図

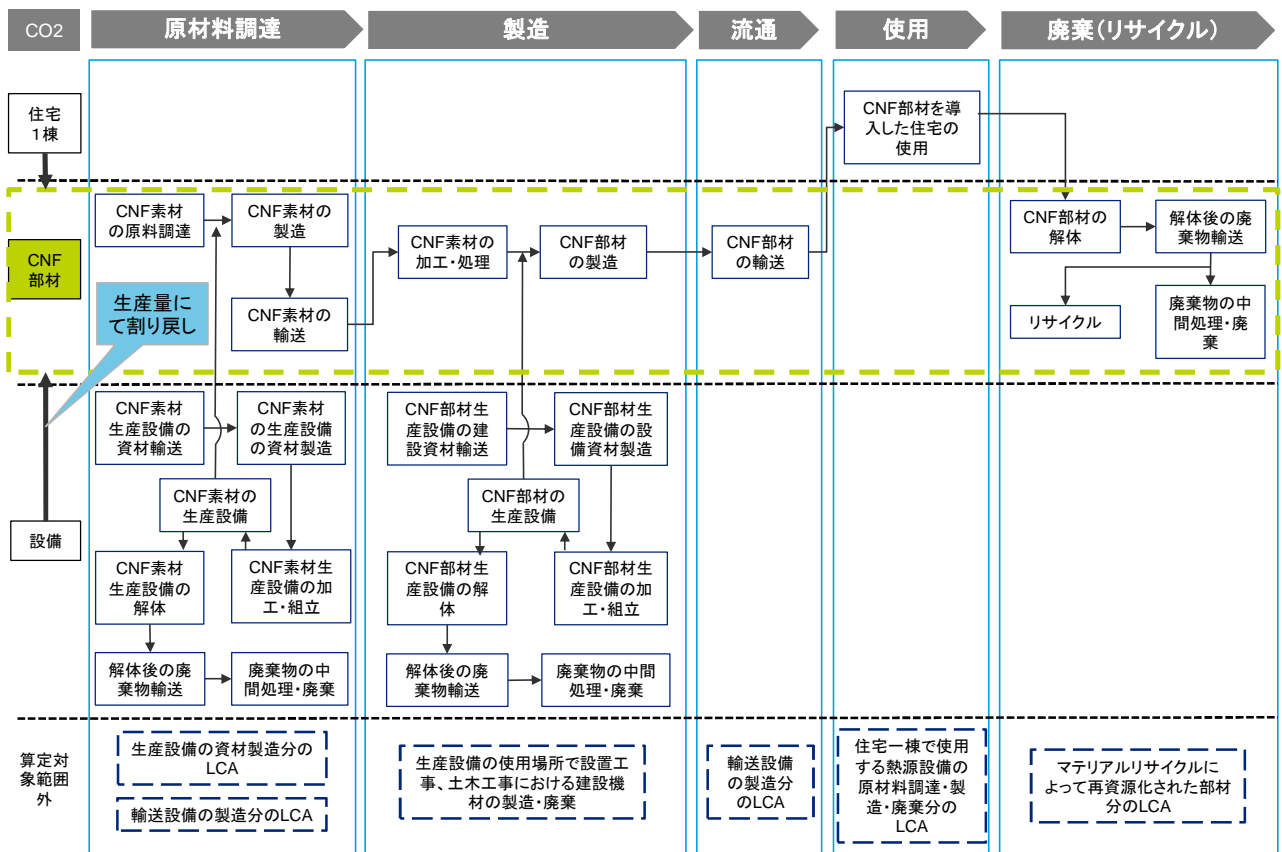


図5 CNF素材を用いた住宅建材のLCA適用におけるプロセスフロー図

### 3. 活動量データの収集・設定

#### 3.1 活動量データの収集・設定

LCA 実施者は、プロセスフロー図に記述した各プロセスに関して、プロセスごとのエネルギーや投入物の消費量、廃棄物や環境（大気等）への排出物の排出量を明らかにする必要がある。

##### 3.1.1 原材料調達段階

原材料調達段階における活動量データの収集には、例えば以下の5プロセスが含まれる。

- (1) CNF 素材の原料の調達（バイオマスの原料調達を含む）
- (2) CNF 素材の製造
- (3) CNF 素材の輸送
- (4) CNF 素材の生産設備の資材製造・加工・組立・廃棄
- (5) CNF 素材の生産設備の資材輸送

・生産設備資材の製造設備や、生産設備資材・原料の輸送設備（トラック、トレーラー、タンカーなど）等の製造時における温室効果ガス排出量は算定対象外とする。

##### 【解説・参考】

- ・原料の調達、CNF 素材の輸送や生産設備の資材輸送における温室効果ガス排出量について、往復分と片道分の別、については、事業の計画や実情を踏まえた上で判断する（空荷で戻ることが多い場合には往復分を考慮する）。

### 3.1.2 製造段階

製造段階における活動量データの収集には、例えば以下の10プロセスが含まれる。

- (1) 原料の加工・処理（貯蔵、中間処理に要した化石燃料等の投入を含む）
- (2) CNF 部材の製造
- (3) CNF 部材の生産設備の建設資材製造（生産設備の使用場所における設置工事・土木工事等が発生する場合）
- (4) CNF 部材の生産設備の建設資機材輸送（生産設備の使用場所における設置工事・土木工事等が発生する場合）
- (5) CNF 部材の生産設備の加工・組立（生産設備の加工・組立が工場等で行われる場合）
- (6) CNF 部材の生産設備の輸送（生産設備の工場等から生産設備の使用場所までの輸送が存在する場合）
- (7) CNF 部材の生産設備の建設（生産設備の使用場所における設置工事・土木工事等が発生する場合）
- (8) CNF 部材の生産設備の解体
- (9) 上記（1）～（8）に伴う廃棄物輸送
- (10) 上記（1）～（8）に伴う廃棄物中間処理

- ・CNF 部材製造段階のフローとして、生産設備の加工・組立・解体は対象とする。但し、商用化時の生産量を想定する。
- ・CNF 部材生産設備の使用場所で設置工事・土木工事等が発生する場合、建設機材の製造・廃棄に関する温室効果ガス排出量は考慮しなくてもよい。

#### 【解説・参考】

- ・既存の生産設備を改良して CNF 部材の生産設備とした場合も、本ガイドラインの算定範囲に含まれるものとする。

### 3.1.3 流通段階

流通段階における活動量データの収集には、例えば以下のプロセスが含まれる。

- ・生産した CNF 部材の輸送

#### 【解説・参考】

- ・ CNF 素材の原料の調達、CNF 素材の輸送や設備資材輸送における温室効果ガス排出量について、往復分と片道分の別、については、事業の計画や実情を踏まえた上で判断する（空荷で戻ることが多い場合には往復分を考慮する）。
- ・輸送設備（トラック、トレーラー、タンカーなど）等の製造時における温室効果ガス排出量は算定対象以外とする。

### 3.1.4 使用段階

使用段階における活動量データの収集には、例えば以下のプロセスが含まれる。

- ・ CNF 部材を導入した家電製品の使用エネルギー
- ・ CNF 部材を導入した住宅（一戸建て）の熱利用

また、使用段階においては、同一の期間・性能を提供する機能を有する CNF 部材の消費電力量に対して CO<sub>2</sub> 排出量を算定する。ここでいう性能とは、例えば LED であれば「明るさ」を指す。なお、住宅建材は使用段階において CO<sub>2</sub> を排出しないため、本ガイドラインにおける使用段階の CO<sub>2</sub> 算定については、住宅（一戸建て）でのエネルギー使用量（冷暖房）を用いて CO<sub>2</sub> 排出量を算定する。

#### 【解説・参考】

##### <家電製品>

CNF 部材の消費電力量に対して CO<sub>2</sub> 排出量を算定する。算定に用いる電力の温室効果ガス排出原単位は、地域による電力の排出係数の差異が、CO<sub>2</sub> 削減量に影響を及ぼすのは望ましくないという考え方のもと、代替値である 0.000579 (t-CO<sub>2</sub>/kWh) を用いることとする。なお、排出係数は毎年度更新されるので、最新のデータ (URL ; <http://ghg-santeikohyo.env.go.jp/calc/denki>) を用いることが望ましい

- ・ 総 CO<sub>2</sub> 排出量 (t-CO<sub>2</sub>)  
= 電力使用量 (kWh) × 電力の排出係数 (t-C/kWh) × 44/12

##### <住宅建材>

住宅（一戸建て）でのエネルギー使用量（冷暖房）を用いて CO<sub>2</sub> 排出量を算定する。これにより、システム境界に熱源機器（エアコン、石油ストーブ等）も含まれることとなるが、これらの原料調達・製造段階・廃棄段階の CO<sub>2</sub> 排出量は算定対象外とする。その他のプロセスは住宅建材 1 製品単位での削減効果を算定するものとする

算定に用いる電力の温室効果ガス排出原単位は、地域による電力の排出係数の差異が、CO<sub>2</sub> 削減量に影響を及ぼすのは望ましくないという考え方のもと、代替値である 0.000579 (t-CO<sub>2</sub>/kWh) を用いる

こととする。なお、排出係数は毎年度更新されるので、最新のデータ（URL ; <http://ghg-santeikohyo.env.go.jp/calc/denki>）を用いることが望ましい。

- ・総 CO<sub>2</sub> 排出量 (t-CO<sub>2</sub>) (電力を使用する場合)  
= 電力使用量(kWh) × 電力の排出係数 (t-C/kWh) × 44/12

また、算定に用いる燃料の単位発熱量及び温室効果ガス排出原単位は、地球温暖化対策の推進に関する法律施行令第3条において示されている数値を用いるものとする。

- ・総 CO<sub>2</sub> 排出量 (t-CO<sub>2</sub>) (燃料を使用する場合)  
= 燃料使用量(kl) × 単位発熱量 (GJ/kl) × 燃料の排出係数 (t-C/GJ) × 44/12

### 3.1.5 廃棄（リサイクル）段階

廃棄段階における活動量データの収集には、例えば以下のようなプロセスが含まれる。

- ・CNF 部材の解体・輸送・中間処理・廃棄
- ・CNF 部材のリサイクル
- ・CNF 部材のリユース

#### 【解説・参考】

- ・CNF は材料再利用のマテリアルリサイクル、熱利用のサーマルリサイクルが行われている。前者は製品を原料として再利用することで化石燃料消費を代替するもの、後者は使用済み部材を熱源として再利用することで化石燃料消費の代替するものであり、それぞれのリサイクルによって温室効果ガス排出量が削減されると考えることができる。これらを行う場合、システム拡張をするのではなく、以下のように算定した当該 CO<sub>2</sub> 排出量を差し引いてもよいものとする。
- ・マテリアルリサイクルの場合、単一素材化が基本的な条件となり、そのために異物除去などの工程が新たに生じる。また、マテリアルリサイクルは、元の用途の樹脂原料として再生利用される「クローズドループリサイクル」と、他の用途の樹脂原料として再生利用される「カスケードリサイクル」がある。削減効果の算定にあたっては、この工程や使用する設備について明らかにし、代替される化石燃料の妥当性を確認しなければならない（ただし、マテリアルリサイクルによって再資源化された部材分の LCA は考慮しないこととする）。

- ・マテリアルリサイクルの算定式例

マテリアルリサイクルを実施しなかった場合のシステムから下記算定における温室効果ガス排出量を差し引くことができる。

$$\begin{aligned} & \text{マテリアルリサイクルにおける温室効果ガス排出量 (t-CO}_2\text{)} \\ & = \text{使用済み CNF 部材の輸送における温室効果ガス排出量 (t-CO}_2\text{)} \\ & \quad - \text{(廃棄部材のマテリアルリサイクル量 (t)} \\ & \quad \times \text{ 廃棄部材をマテリアルリサイクルした場合の温室効果ガス排出量 (t-CO}_2\text{/t)} \end{aligned}$$



・サーマルリサイクルの算定式例

サーマルリサイクルを実施しなかった場合のシステムから下記算定における温室効果ガス排出量を差し引くことができる。その際には主な熱利用先を特定し、代替される化石燃料の妥当性を確認後、削減効果を算定しなければならない。

サーマルリサイクルにおける温室効果ガス排出量(t-CO<sub>2</sub>)

$$\begin{aligned} &= \text{使用済み CNF 部材の輸送における温室効果ガス排出量(t-CO}_2\text{)} \\ &+ \text{使用済み CNF 部材 1 単位当たりの燃焼時の温室効果ガス排出量(t-CO}_2\text{)} \\ &- \text{使用済み CNF 部材の熱利用における温室効果ガス排出削減量(t-CO}_2\text{)} \end{aligned}$$

・CNF 部材のリユース時については、機能単位をリユース回数で按分することとしている。その際リユース時に排出される温室効果ガス排出量(t-CO<sub>2</sub>)についても算定する。

温室効果ガス排出量(t-CO<sub>2</sub>) = リユース部材のリユース量(t)

$$\times \text{リユース部材をリユースした場合の温室効果ガス排出量(t-CO}_2\text{/t)}$$

### 3.2 収集データの精度

一次データの使用を基本とする。ライフサイクル全体に対する寄与度が低いプロセスや、LCA 実施者が一次データを入手することが困難な場合については、二次データの利用も認める。二次データの選択の際、優先順位は①公共機関データ、②業界データ、③文献データ、④産業連関表ベースデータとする。

#### 【解説・参考】

- ・LCA 実施者は、収集するデータの精度を高めるように配慮しなければならない。特に温室効果ガス排出量に大きな影響を与えるプロセスについては、高い精度でデータを収集するよう留意する必要がある。
- ・収集すべき活動量データの単位（重量、価格等）は、入手可能な原単位データの単位にも影響される。最終的な活動量データ、原単位データの選定に当たっては、双方のデータの精度を高めるように配慮しなければならない。

### 3.3 カットオフ基準の考え方

本ガイドラインでは、以下の基準を目安としてカットオフを行う。

- ・原材料調達コストの 5%程度未満であること、または、当該プロセスや投入物が起因する温室効果ガス排出量が温室効果ガス総排出量に対して 5%程度未満であること

#### 【解説・参考】

- ・カットオフ基準について IS014040 等に明確な基準はなく、製品製造分野では製品の質量に相当する 5%程度が一般的である。

## 4. 温室効果ガス排出原単位データの収集・設定

### 4.1 地球温暖化対策法に基づく排出係数の利用

- ・化石燃料の燃焼に伴う発熱量と二酸化炭素排出係数は地球温暖化対策の推進に関する法律施行令第3条において示されている数値を用いるものとする。
- ・電力の原単位データについては、代替値である 0.000579 (t-CO<sub>2</sub>/kWh) を用いることとする。

#### 【解説・参考】

- ・本ガイドラインは、CNF 部材の適用による LCA での CO<sub>2</sub> 削減量を定量化することを目的とすることから、地域による電力の排出係数の差異が、CO<sub>2</sub> 削減量に影響を及ぼすのは望ましくない。よって、代替値である 0.000579 (t-CO<sub>2</sub>/kWh) を用いることとする。なお、排出係数は毎年度更新されるので、最新のデータ (URL ; <http://ghg-santeikohyo.env.go.jp/calc/denki>) を用いることが望ましい。

### 4.2 LCI (ライフサイクルインベントリ) データベースの利用

投入物の排出原単位に関して、どのデータベースを使用するかによって LCA の結果が変わるため、排出原単位設定の優先順位を規定する。投入物の排出原単位に関するデータベース利用の優先順位は以下の通りとする。

- レベル 1 : 事業者自らが実際のデータを調査して使用
- レベル 2 : 業界団体等で用いられている標準値を使用
- レベル 3 : 積み上げ法に基づく LCI データベースの参照値を使用
- レベル 4 : 産業連関法に基づく参照値を使用

#### 【解説・参考】

- ・参考として表 3 にまとめた積み上げ法、産業連関表の特徴に記載の通り、データベースによっては分類が難しいもの、公表されてから年数が経っているもの等がある。よってプロセスや投入物等における CO<sub>2</sub> 排出量の算定に用いるべきデータのレベルについては、参照先を十分に考慮すること。

表 3 LCI データベース（積み上げ法、産業関連法）の特徴

手法	積み上げ法	産業関連法
概要	対象となる製品のライフサイクルのプロセスごとの環境負荷項目を調査し、定量的に分析して積み上げていくことで算出する手法。欧米では積み上げ法によるデータ作成が主流となっている。	産業関連表を活用して製品やそれを構成する部品・原料等による環境負荷を理論的に算出する手法。産業関連表とは、一国の産業・商品を部門ごとに分類し、部門間での1年間でのサービスの流れ、投入量、産出量の関係を金額ベースで一覧表にまとめたものである。産業関連法を用いることで、対象となる製品に関する投入量を間接的なものも含め理論的には全て遡って算出することが可能となる。
利点	<ul style="list-style-type: none"> <li>・インベントリデータの作成根拠が明確</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・評価対象範囲の拡大が図れる</li> <li>・データの客観性が高い</li> <li>・整合性の高い評価が可能</li> </ul>
課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>・プロセス調査に限界があり、全プロセスを網羅するのは困難（プロセスの関連をどこで打ち切るかについて差異が生じる結果、打ち切り誤差が含まれる）</li> <li>・実施機関により異なるデータとなり作成手法の信頼性・透明性の担保が必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・産業関連表の分類が400~500程度であり個々の製品の分析ができない</li> <li>・金額ベースで算出するため、個々の物質質量に基づく厳密解ではない</li> <li>・製造プロセスが不明なためプロセス分析を行うことができない</li> <li>・産業関連表が国レベルで整備されているため、輸出入を含む場合の取り扱いが困難</li> </ul>

また、レベル3およびレベル4におけるLCIデータベースとしては、下記の表4に示すデータベースなどが挙げられる。

表 4 活用可能なLCIデータベースの例

レベル3 (積み上げ法に基づく参照値)	レベル4 (産業関連法に基づく参照値)
LCA 日本フォーラム IDEA (MiLCA)	3EID (最新は2005年表) Easy LCA

なお、各々のLCIデータベースの概要を表5に示す。使用するLCIデータベースによってはデータが古いものもあるため、LCA実施者はそれらの状況に配慮し最新のデータを活用することが望ましい。

表5 活用可能な各種 LCI データベースの概要

名称	開発者	データベースの概要	備考
LCA 日本フォーラム	52 工業会 (産業環境管理協会 で管理)	52 工業会から自主的に提供された「Gate to Gate」のインベントリデータ 約 250 品目、LCA プロジェクトで収集した調査インベントリデータ 約 300 品目、環境排出物質 14 (CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , HFC, PFC, N <sub>2</sub> O, SF <sub>6</sub> , NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> , BOD, COD, 煤塵, 全リン, 全窒素, 懸濁物質) を収録している。	会員のみ閲覧可能
3EID	国立環境研究所	「産業連関表」を用いて算出した“環境負荷原単位”を収録したデータブック。部門別の燃料消費量や排出係数などの算定に要した種々のデータを含めて公開しているため、算定の根拠となる諸数値を確認できるだけでなく、ハイブリッド LCA など利用者が産業連関表を独自に拡張した分析を行う場合にも利用可能。	無償
Easy LCA	東芝	製品の設計時に製品の環境影響を定量評価し、科学的に分析・改善に結び付けていくライフサイクルアセスメント (LCA) を効率的に実施する支援ツール。機能として、①製品のユニット別、部品別に環境負荷量を定量評価、②旧製品と新製品の比較機能、③CO <sub>2</sub> ・NO <sub>x</sub> ・SO <sub>x</sub> をはじめ、30 種類のインベントリ評価、④インパクト評価がある。	有償
IDEA (MiLCA)	産業環境管理協会	JEMAI-LCA-Pro の後継として 2010 年に開発された。積み上げ法に基づき 3000 以上のプロセスデータを標準搭載。プロセスデータ管理、統合評価手法として日本版被害算定型影響評価手法 (LIME2) を含むケーススタディ実施、ISO14040(2006), ISO14044(2006) に準拠した報告書の作成支援機能などを持つ。 プロセスデータが豊富な分、精度にばらつきがあり、当面は頻繁な改訂が見込まれる。	有償 (トライアル版あり(有効期限 3 カ月))

## 5 温室効果ガス排出量の評価

### 5.1 温室効果ガス排出量の算定・評価方法

- 温室効果ガス排出量は、下式により算定する。

$$\text{温室効果ガス排出量} = \Sigma \{ \text{GWP} \times (\text{活動量} \times \text{排出原単位}) \}$$

- GWP\* (地球温暖化係数) は、IPCC 第5次報告書に記載された100年係数(表6参照)を使用し、算定対象とする温室効果ガスを7種類のガス(二酸化炭素 [CO<sub>2</sub>]、メタン [CH<sub>4</sub>]、一酸化二窒素 [N<sub>2</sub>O]、ハイドロフルオロカーボン [HFC]類、パーフルオロカーボン [PFC]類、六フッ化硫黄 [SF<sub>6</sub>]、三フッ化窒素[NF<sub>3</sub>])とする。

#### 【解説・参考】

- 排出原単位として、産業連関表を用いる場合などでは、必ずしもメタンガスや一酸化二窒素の排出量が入手できない場合もある。これらについては、別途データを準備することが適切と考えられるが、概略検討の結果、二酸化炭素排出量に比べて明らかに小さく、前述のカットオフ基準に該当する場合には、カットオフすることとしてもよい。

- 温室効果ガス排出削減効果は、以下のいずれかの方法により算定する。

(1) 排出削減量 = オリジナルプロセスの排出量 - 対象プロセスの排出量

(2) 排出削減率 = (オリジナルプロセスの排出量 - 対象プロセスの排出量) ÷ オリジナルプロセスの排出量

※GWP (Global Warming Potential 地球温暖化係数) : 温室効果ガスの温室効果をもたらす程度を、二酸化炭素の当該程度に対する比で示した係数

表 6 地球温暖化に関する特性化係数 (GWP)

温室効果ガス	第 2 次報告書		
	地球温暖化係数 (GWP)		
	SAR (100 年係数)	AR4 (100 年係数)	AR5 (100 年係数)
二酸化炭素 (CO <sub>2</sub> )	1	1	1
メタン (CH <sub>4</sub> )	21	25	28
亜酸化窒素 (N <sub>2</sub> O)	310	298	265
HFC			
HFC-23	11,700	14,800	12,400
HFC-32	650	675	677
HFC-41	150	92	116
HFC-125	2,800	3,500	3,170
HFC-134	1,000	1,100	1,120
HFC-134a	1,300	1,430	1,300
HFC-143	300	353	328
HFC-143a	3,800	4,470	4,800
HFC-152		53	16
HFC-152a	140	124	138
HFC-161		12	4
HFC-227ea	2,900	3,220	3,350
HFC-236cb		1,340	1,210
HFC-236ea		1,370	1,330
HFC-236fa	6,300	9,810	8,060
HFC-245ca	560	693	716
HFC-245fa		1,030	858
HFC-365mfc		794	804
HFC-43-10mee	1,300	1,640	1,650
NF3、SF6、PFC			
三フッ化窒素 (NF <sub>3</sub> )		17,200	16,100
六フッ化硫黄 (SF <sub>6</sub> )	23,900	22,800	23,500
PFC-14	6,500	7,390	6,630
PFC-116	9,200	12,200	11,100
PFC-218	7,000	8,830	8,900
PFC-318	8,700	10,300	9,540
PFC-31-10	7,000	8,860	9,200
PFC-41-12	7,500	9,160	8,550
PFC-51-14	7,400	9,300	7,910
PFC-91-18		7,500	7,190

出所：SAR：IPCC 第 2 次報告書、AR4：IPCC 第 4 次報告書、AR5：IPCC 第 5 次報告書

## 5.2 配分の方法

- ・プロセスの細分化やシステム境界の拡張を図ることにより、配分を回避することを原則とする。配分はどうしても回避できないプロセスについてのみ行うものとする。
- ・配分がどうしても回避できない場合は、以下の優先順位に基づいて配分を行う。
  - (1) 物理的パラメータ（質量、発熱量など）による配分
  - (2) 製品及び機能間のその他の関係を反映する方法（例：経済価値）による配分

## 5.3 感度分析の実施

- ・LCA 実施者は、LCA で採用した活動量データや原単位データをある範囲で変動させたり、配分手法等を変更したりすることにより、温室効果ガス排出量の算定結果にどの程度の影響を及ぼすか、それが許容範囲であるかどうかを検討し、算定結果の信頼性を評価するために、感度分析を実施することが望ましい。

## 6. 本ガイドラインにおけるレビュー

### 6.1 本ガイドラインにおけるレビュー

- ・LCA 実施者は、自らの所属団体で内部レビューを実施する。レビュー実施者は、算定結果の適切性、妥当性等を評価する。
- ・レビューはデータの選択や結果等が LCA 実施主体にとって過度に有利でないか確認し、LCA の結果を客観的に評価し信頼性を高める手続きとして位置づけられる。なお、ここでいうレビューとは、ISO14040 への準拠を確認するものではなく、本ガイドラインの算定基準との整合性を取ることを目的とする。

#### 【解説・参考】

- ・ISO14040 では、本ガイドラインにおける「対象プロセス」と「オリジナルプロセス」のように、異なる製品間の比較主張を行う場合、利害関係者によるレビューを実施しなければならないこととされているが、本ガイドラインでは「事業者にとっての作業負担」を考慮し、内部レビューでよいこととした。ただし、算定結果の適切性や妥当性等に疑義がある場合や、内部レビューのみでは不十分と考えられる場合には、外部レビューを行うことが望ましい。



## 平成27年度地域における低炭素なCNF用途開発FS委託業務

自治体、メーカー、研究機関の連携のもと、地球温暖化対策につながる用途について、サプライチェーンを含めた地域における低炭素なCNF用途開発にむけた事業計画づくりを実施しています。

代表事業者	事業内容
1. 国立大学法人静岡大学	静岡県内産業を利用し「原料調達、製品製造、製品使用、廃棄」の一貫した事業性のある地域モデルを構築
2. 公益財団法人三重県産業支援センター	地域資源から特徴のある物性を有するCNFの製造、活用を検討、地域モデルとしての妥当性を検証 CNFのサプライチェーン、地域内企業連携の可能性について検討
3. 岡山県	自動車部材への適用を提案し、CNF製造から部品製造までの工程を本県内産業で一貫して行う地域モデルを構築

## 平成27～29年度 セルロースナノファイバー活用製品の性能評価事業委託業務

地球温暖化対策につながり、エネルギー起源CO2削減が期待できる自動車軽量化に重点を置き、CNFの特性を活かした用途(部材や部品)の性能評価や活用時のCO2削減効果の検証を実施しています。

代表事業者	検討対象部位
1. トクラス株式会社	インパネ周辺の内装材
2. トヨタ車体株式会社	自動車用金属部品の樹脂代替
3. 国立大学法人九州大学大学院農学研究院	ドアパネルの内側や天井パネルとなる内装材
4. 第一工業製薬株式会社	自動車用バッテリー

## 平成27～29年度 セルロースナノファイバー製品製造工程の低炭素化対策の立案事業委託業務

将来的なCNF活用製品の普及にむけて、CNF複合樹脂製品の製品製造工程についてCO2排出量を評価するとともに、CO2削減対策を立案し、低炭素なCNF活用製品製造工程の検証を実施しています。

代表事業者	事業内容
1. パナソニック株式会社	プラスチック製品の製造工程について検討
2. 国立大学法人愛媛大学紙産業イノベーションセンター	透明樹脂製品の製造工程について検討
3. 大王製紙株式会社	ゴム製品の製造工程について検討(平成28年7月完了)

## 平成28～31年度 NCV (Nano Cellulose Vehicle) プロジェクト

平成32年(2020年)にCNFを活用して自動車で10%程度の軽量化を目標とするプロジェクト。研究機関や企業等のサプライチェーンで構成される一貫通貫のコンソーシアムを設立し、CNFを活用した材料、部材、自動車部品等の製品開発及び各段階の性能評価、CO2削減効果の評価・検証を実施しています。

### 【参加研究機関・企業19機関】

京都大学、一般社団法人産業環境管理協会、京都市産業技術研究所、金沢工業大学、名古屋工業大学、秋田県立大学、東京農工大学、株式会社昭和丸筒/昭和プロダクツ株式会社、利昌工業株式会社、株式会社イノアックコーポレーション、キョーラク株式会社、三和化工株式会社、ダイキョーニシカワ株式会社、日立マクセル株式会社、株式会社セイロジャパン、株式会社デンソー、トヨタ紡織株式会社、トヨタテクノクラフト株式会社



制作 デロイト トーマツ コンサルティング合同会社  
パブリックセクター  
TEL:03-6867-8916

株式会社エックス都市研究所  
サステナビリティ・デザイン事業本部  
TEL:03-5956-7518

セルロースナノファイバーの  
社会実装に向けた環境省の取組  
(2016年12月発行)

発行 環境省 地球環境局地球温暖化対策課 地球温暖化対策事業室  
〒100-8975 東京都千代田区霞が関1-2-2  
TEL:03-5521-8339 (代)  
<http://www.env.go.jp/>

リサイクル適性の表示：印刷用の紙にリサイクルできます  
この印刷物は、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準にしたがい、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料【Aランク】のみを用いて作製しています。

# セルロースナノファイバーの 社会実装に向けた環境省の取組

地球温暖化対策  
×  
植物由来  
セルロースナノファイバー(CNF)



環境省では、様々な製品の基盤となる“素材”にまで立ち回り、地球温暖化対策への多大なる貢献が期待できる次世代素材CNFについて、大学やメーカー、自治体等と連携し、製品等活用時の削減効果検証、製造プロセスの低炭素化の検証、リサイクル時の課題・解決策検討、早期社会実装を推進しています。



# 植物由来の次世代素材 セルロースナノファイバー(CNF)

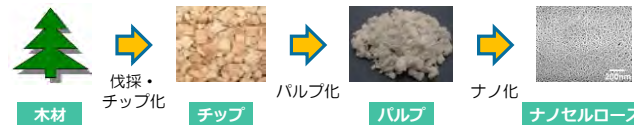
## セルロースナノファイバー (CNF) とは

- ◆木材から化学的・機械的処理により取り出した直径数〜数十ナノメートル（1ナノメートル=10億分の1メートル）の繊維状物質。
- ◆鋼鉄の1/5の軽さで5倍以上の強度を持ち、熱による膨張・収縮が少なく、環境負荷の少ない植物由来の素材。

## セルロースナノファイバーの製造工程と主な用途

- ◆製造工程は、木材をチップ化・パルプ化するところまでは紙と同じ工程であり、パルプをナノ化することに特徴がある。
- ◆高強度やガスバリア性等、様々な特性を活かした応用が研究されている。

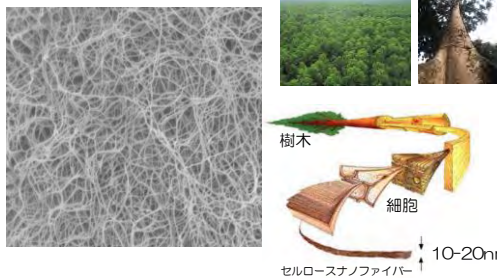
### 製造工程の概要



### CNFの特徴

- ◆鋼鉄の5倍の強度、5分の1の軽さ
- ◆低線膨張（石英ガラス並）
- ◆可視光の波長より微細
- ◆高リサイクル性
- ◆再生可能資源
- ◆植物由来でカーボンニュートラル

## セルロースナノファイバー



資料提供：経済産業省 製造産業局 素材産業課  
京都市大学生存圏研究所・矢野浩之研究室

# 国家戦略・産学官の動き

## 「日本再興戦略」改訂2016

木質バイオマスの利用促進や、セルロースナノファイバー（鋼鉄の5倍の強さを持つ一方で、重量は5分の1という特徴をもつ超微細植物結晶繊維）の国際標準化・製品化に向けた研究開発、（中略）を進めています。

## ナノセルロース推進関係省庁連絡会議創設・開催

CNFに関する政策連携のため、農林水産省（林野庁）、文部科学省、経済産業省、環境省からなる「ナノセルロース推進関係省庁連絡会議」を創設し、定期的に会合を開催しています。

関係省庁	主な役割分担
農林水産省	農林業や食品産業からの国産セルロース原料の供給
文部科学省	セルロースナノファイバーに関する基礎研究
経済産業省	セルロースナノファイバーの製造（技術の研究開発等）
環境省	地球温暖化対策に資する分野への具体的な展開

上流  
↓  
下流  
※国土交通省（オブザーバーとして参加）

## 「地球温暖化対策計画」策定

自動車部品等の軽量化が期待できるCNF等の社会実装に向けた技術開発を進めることとしています。

## 「ナノセルロースフォーラム」設置

関連省庁・自治体・大学・研究機関・企業からなる、CNFの研究開発、事業化、標準化を加速するための、オールジャパン体制での産学官コンソーシアムを設立しています。

# CNFを用いた低炭素で循環型の社会の実現

持続可能な国内の資源から、植物由来でカーボンニュートラルな工業原料になるCNFを供給  
※CNFのライフサイクルを通じたCO2排出量を評価検証

高強度で軽量というCNFの特性を生かし、様々な製品を製造  
※CNF製造工程の低炭素化事業を実施中



**CNFの原材料**  
国内木材・間伐材  
古紙・パルプ  
農業廃棄物



何度も再生利用される紙と同様にCNFはリサイクル性に優れた材料

- ガラス繊維と比べ再生利用可能
- 植物由来で環境負荷が小さい

※CNFのリサイクル性を評価検証

CNF製品が様々な場面で利用されることで、エネルギー起源CO2排出量を削減

- 高強度で軽いCNF複合樹脂で自動車を軽量化し、燃費向上
- 高機能CNF建材の断熱効果で省エネ住宅

※CNF活用製品の性能評価事業を実施中

# 環境政策における位置づけ

## 大幅なCO2の削減

自動車部品、発電機、家電製品等の軽量化により燃費・効率が改善し、地球温暖化対策への多大な貢献が期待できます。

## リサイクル技術の確立

普及した場合、リサイクル時（自動車・家電等）の技術的課題の検討が必要です。

## 循環型社会の実現

森林資源の活用による循環型社会の実現への貢献が期待できます。

## ◆CNFを活用した地球温暖化対策◆

CNFは、木材や野菜のくずなどから取り出したパルプを原料として作られたナノサイズ（100万分の1mm）の繊維で、鋼鉄の5分の1の軽さでありながら5倍の強さをもっています。CNFを練り込み強化された樹脂材（プラスチック等）を、ドアやフェンダーなど自動車の様々な部品に活用することで、軽量化できれば、燃費が上がり、結果としてCO2排出量を削減することで、地球温暖化対策への貢献が期待されています。



資料提供：京都市大学生存圏研究所・矢野浩之研究室

資料提供：京都市大学生存圏研究所・京都市産業技術研究所

# 環境省「CNF等の次世代素材活用推進事業」

## 主要な事業

- ◆ **社会実装に向けたCNF活用製品の性能評価モデル事業**  
国内事業規模が大きく、CO2削減ポテンシャルの大きい自動車（内装、外板等）、家電（送風ファン等）、住宅・建材（窓枠、断熱材、構造材等）、再エネ（風力ブレード等）、業務・産業機械等（空調ブレード等）においてメーカーと連携し、CNF複合樹脂等の用途開発を実施するとともに、社会実装にむけて実機にCNF製品を搭載し活用時のCO2削減効果を評価・検証します。
- ◆ **CNF複合・成形加工プロセスの低炭素化対策の実証事業**  
CNF樹脂複合材（材料）を製造する段階でのCO2排出量を評価し、その削減対策を実証します（乾式製法）。CNF樹脂複合材（材料）を、部材・製品へと成形する段階でのCO2排出量を評価し、その削減対策を実証します。
- ◆ **リサイクル時の課題・解決策検討の実証事業**  
CNF樹脂複合材（材料）を製造する段階でのリサイクル性、リサイクル材料の性能評価等を行い、解決策について実証します。

# 環境省の取り組み

巻末資料3

平成28年度広報資料（リーフレット）

