

自動車産業・社会に貢献するNSCarbolex[®]

NSCarbolex[™]'s Contribution to the Automotive Industry and Society

宇佐見 明*
Akira USAMI

荒倉 敏
Satoshi ARAKURA

安尾 暁彦
Akihiko YASUO

堂野 前等
Hitoshi DOHNOMAE

磯原 豊司雄
Toshio ISOHARA

抄 録

鉄鋼材料は自動車技術の進化とともに発展してきた。近年、電動化の進展により鉄鋼材料の役割も変化している。特に、資源の豊富さ、循環性の高さ、製品あたりのCO₂排出量の低さなどで優れている点が再評価されている。本稿では、鉄鋼材料からみた最近の自動車産業の変化を分析し、その変化に対応する日本製鉄(株)NSCarbolex[®] ブランドの自動車産業および社会への貢献について述べる。

Abstract

In the evolution of the automotive industry, steel has long addressed various needs such as weight reduction, safety improvement, and ease of manufacturing. Recently, with the progress of efforts to achieve carbon neutrality in the automotive industry, expectations for steel are also changing. In particular, the abundance of steel resources, high recyclability, and relatively low CO₂ emissions are being re-evaluated. This article analyzes changes in the automotive industry from the perspective of steel materials and discusses the overview of Nippon Steel Corporation's NSCarbolex[™] brand and its contributions to society in response to these changes.

1. 緒 言

鉄鋼は自動車産業において重要な素材であり、自動車技術の進化とともに発展してきた。素材および利用技術の進歩により、軽量化、安全性の向上、組立製造の容易さなど様々なニーズに対応してきた。

近年、カーボンニュートラルの実現が求められるなか、自動車産業は大きな転換期を迎えている。電動化の進展により、従来の内燃機関車両から電動自動車への移行が加速しており、これに伴い鉄鋼素材の役割も変化している。特に、鉄が“資源の豊富さ”、“循環性の高さ”、“製品あたりのCO₂排出量の低さ”において優れている点が改めて注目されている。

今回の自動車特集では、日本製鉄(株)の最新の製品・ソリューション開発事例が幅広く報告されている。本稿では鉄鋼素材の観点から自動車産業の変化を分析し、その変化に対応する日本製鉄 NSCarbolex[®] ブランドの概要と自動車産業・社会への貢献について述べる。

2. 鉄鋼素材からみた自動車産業の変化

2.1 ライフサイクル CO₂ 排出量削減への要求の高まり
国際エネルギー機関 (IEA) によれば、自家用車と商用車は、世界の石油使用量の25%以上を占め、世界のエネルギー関連 CO₂ 排出量の約10%を占めるといわれる。したがって、自動車のCO₂をはじめとする温室効果ガス(以下、GHG)排出量削減のインパクトは大きい。

自動車メーカー各社は、GHG 算定基準である“GHG プロトコル”に従ってGHG 排出量を評価、報告し、製品製造、使用時のGHG 排出量(GHG プロトコル Scope 3 カテゴリー1, 11等)削減と企業活動のGHG 排出量削減(Scope 1, 2)に取り組んでいる。サプライチェーン全体でのGHG 排出量の評価やGHG 排出削減対策の実施が必要なため、素材や部品メーカーの協力が不可欠である。

最近では、組織(企業)単位でのライフサイクルにおけるGHG 排出量のモニタリングと開示に加えて、製品単位でのライフサイクルGHG 排出量(カーボンフットプリント: CFP)の開示の重要性が高まりつつある。

* 技術開発企画部 研究戦略室 部長代理 博士(工学) 東京都千代田区丸の内2-6-1 〒100-8071

2.2 自動車環境規制の枠組みの変化

自動車業界は、カーボンニュートラルの目標達成に向けて電動化を進めている。BEV や PHEV、HV の普及が進み、内燃機関車 (ICE) の市場シェアが縮小している。

自動車の環境規制も転換期を迎えており、枠組みが変化しつつある。従来は走行時の CO₂ や SO_x、NO_x 排出量のみを規制の対象とするテールパイプ規制 “Tank to Wheel” だった。今日では、走行時の環境負荷だけでなく、車両の材料製造から廃棄、リサイクルまでを含めたライフサイクルにおける GHG 排出量を規制 (開示) の対象とする動きが始まっている。例えば、EU は乗用車 / 商用車の排出量の報告および排出量に基づいた性能表示の義務化を 2023 年に立法化した²⁾。EU は 2025 年末までには乗用車 / 商用車の CFP を含む LCA の方法論を提示し、2026 年には自主報告制度を開始する計画である。

2.3 自動車製品の CFP 評価手法確立に向けた動き

自動車製品の CFP 評価手法の確立に向け、世界で多くの団体によるガイドライン作成と公表が進められている。例えば、日本自動車工業会 (JAMA) は、会員企業のカーボンニュートラル実現に向けた取り組みを適正かつ公平に評価するための自動車製品のカーボンフットプリントガイドラインを策定・公表している³⁾。国際連合 (UN) / 欧州経済委員会 (UNECE) / 自動車基準調和世界フォーラム (WP29) / 排出ガスとエネルギー作業部会 (GRPE)⁴⁾ では、自動車 LCA の国際調和手法開発のための LCA 専門家会議が組成され、日本も官民関係機関が参画して活動中である^{5,6)}。

こうした動きと並行して、日本製鉄が参画している World AutoSteel (世界鉄鋼協会 (World Steel Association, worldsteel) の自動車部会) は、カリフォルニア大学サンタバーバラ校 (UCSB) の Roland Geyer 教授に自動車のライフサイクル

GHG 計算モデルの開発を委託し、2017 年より同部会のホームページで自動車 LCA 計算モデル (UCSB モデル) の最新版 (ver.5.1) を公開している⁷⁾。

2.4 鉄鋼素材に対する要求の変化

こうした変化のもと、自動車産業から鉄鋼素材に対しては、車体軽量化・衝突安全、易製造化のニーズに加え、鉄鋼素材や部品の CFP の見える化、および、自動車製品のライフサイクルでの GHG 排出量削減への貢献が強く求められている。

3. NSCarbolex ブランドを通じた自動車産業・社会への貢献

日本製鉄は、鉄鋼製造時の脱炭素化を通じて顧客の GHG プロトコル Scope 3 上流の GHG 排出削減、および鉄鋼製品加工および使用時 (顧客の Scope 1+2+3 下流) の GHG 排出削減に貢献する製品・ソリューション技術を総称するブランド “NSCarbolex (エヌエスカーボレックス)” を 2022 年に立ち上げた (図 1)。NSCarbolex は、NSCarbolex Neutral と NSCarbolex Solution の 2 つのブランドで構成している⁸⁾。

3.1 グリーンスチール “NSCarbolex Neutral”

NSCarbolex Neutral は、日本製鉄が推進する GHG 削減プロジェクトにより追加性のある対策 (自らコストを負担して行った対策の結果、Scope 1+2 の GHG 排出量が実際に減少したもの) として実際に削減した GHG 排出量を任意の製品に割り当てるマスバランス方式を適用したグリーンスチールである (図 2)。NSCarbolex Neutral に割り当てる GHG 排出削減実績量と、マスバランス方式の運用の適切性に対しては独立した第三者機関の認証を取得し、日本製

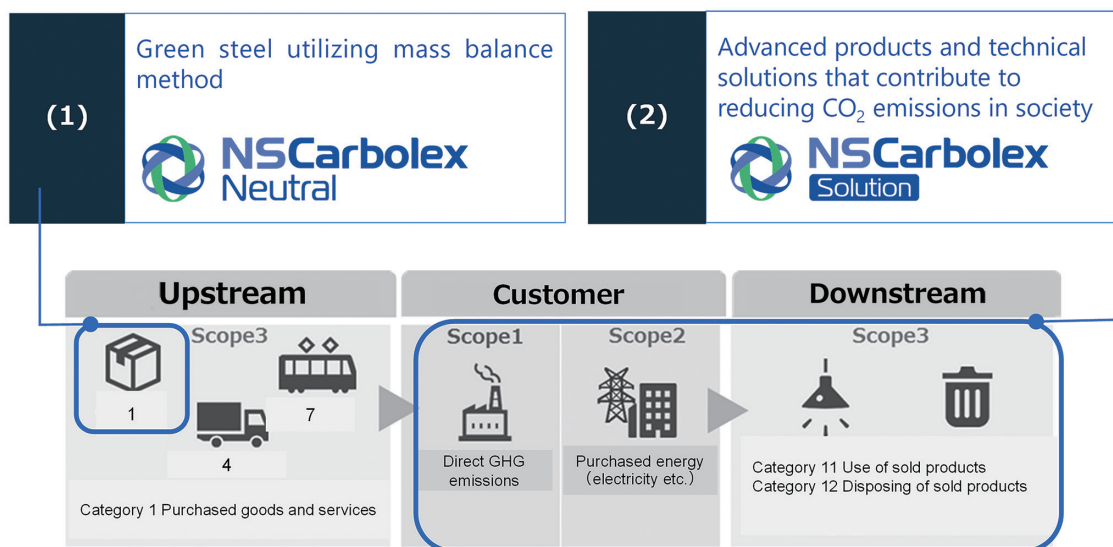


図1 NSCarbolex (エヌエスカーボレックス) の体系
NSCarbolex Architecture

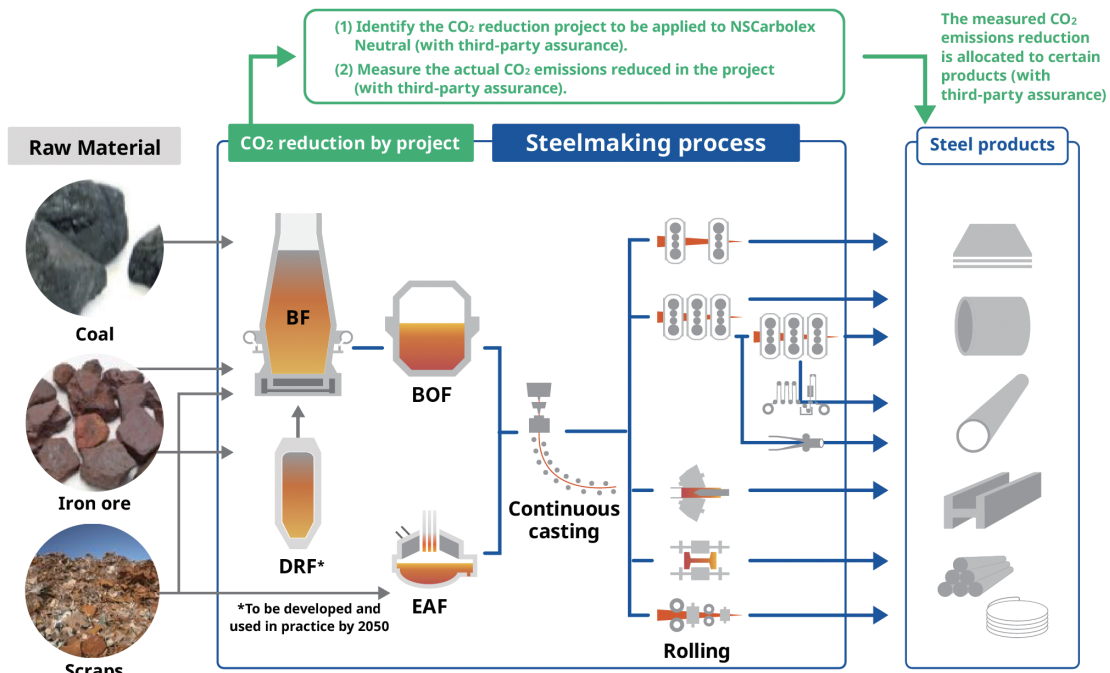


図2 グリーンSteel “NSCarbolex Neutral” が採用したマスバランス方式の説明図 (1)
Schematic diagram of the mass balance approach used by “NSCarbolex Neutral” green steel (1)

鉄が証明書を発行することで、公正さの担保を図っている(図3)。また、証明書に記載されたGHG排出削減量は顧客のScope 3排出量からの控除として報告できると解釈される。

マスバランス方式は、ISO 22095 (Chain of Custody) で定められたモデルにならうものである⁹⁾が、元々は食品業界や化学業界において、サステナブル原料やバイオマスを原料の一部に使用した製品における混合割合をバリューチェーンで管理する手法であり、実際に削減されたGHG排出量の配分に適用する考え方はまだ歴史が浅く、国際規格等上で取り扱いに関する明確な記載はなされていない。日本製鉄は日本鉄鋼連盟と連携しながら、各種国際規格にマスバランス方式を適用するための取り組みを行っている。

日本鉄鋼連盟は、鋼材のGHG排出原単位や排出削減実績量の算定、削減証書を添付した鋼材の供給に関する運用ルールを定めた“マスバランス方式を適用したグリーンSteelに関するガイドラインVersion 2.0”を2023年10月に公表¹⁰⁾し、これを基にworldsteelより、“鉄鋼業におけるGHG削減証書の重要性・基本原則 (Chain of custody approaches in the steel sector - The role of GHG reduction certificates (worldsteel chain of custody principles))”、および具体的な運用ガイドラインである“worldsteel guidelines for GHG chain of custody approaches in the steel industry”¹¹⁾が相次いで発表され、鉄鋼業界において、マスバランス方式が1つのグローバル・スタンダードになった。今後、2028年までに全面改訂が予定されているGHGプロトコルやSBTi (Science Based Targets initiative) への反映や、CFPやLCA

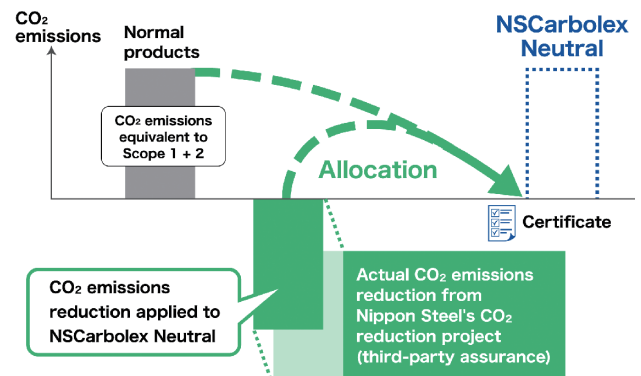


図3 グリーンSteel “NSCarbolex Neutral” が採用したマスバランス方式の説明図 (2)
Schematic diagram of the mass balance approach used by “NSCarbolex Neutral” green steel (2)

との整合性を図るべく、ISO TC (Technical Committee) への参画を通じた鉄鋼マスバランス方式に関するISO新規規格開発を推進し、マスバランス方式等を適用したグリーンSteelの国際標準化や自動車・建設等各業界のルールへの織り込みを図っていく。

経済産業省は2025(令和7)年度のCEV補助金(クリーンエネルギー自動車導入促進補助金)に、新たにGX推進に向けた鋼材の使用を評価項目として追加した¹²⁾。具体的には、GX推進に向けた鋼材を導入する計画を持つ企業に対して、基本の補助額に加えて車1台に対し最大5万円の加算措置を設定した。この取り組みは、自動車分野のGXを推進し製造過程でのGHG排出削減を目指すものである。

“NSCarbolex Neutral”は既に、日系自動車メーカーの量産車などに採用されている。今後、CEVの普及とともに製造

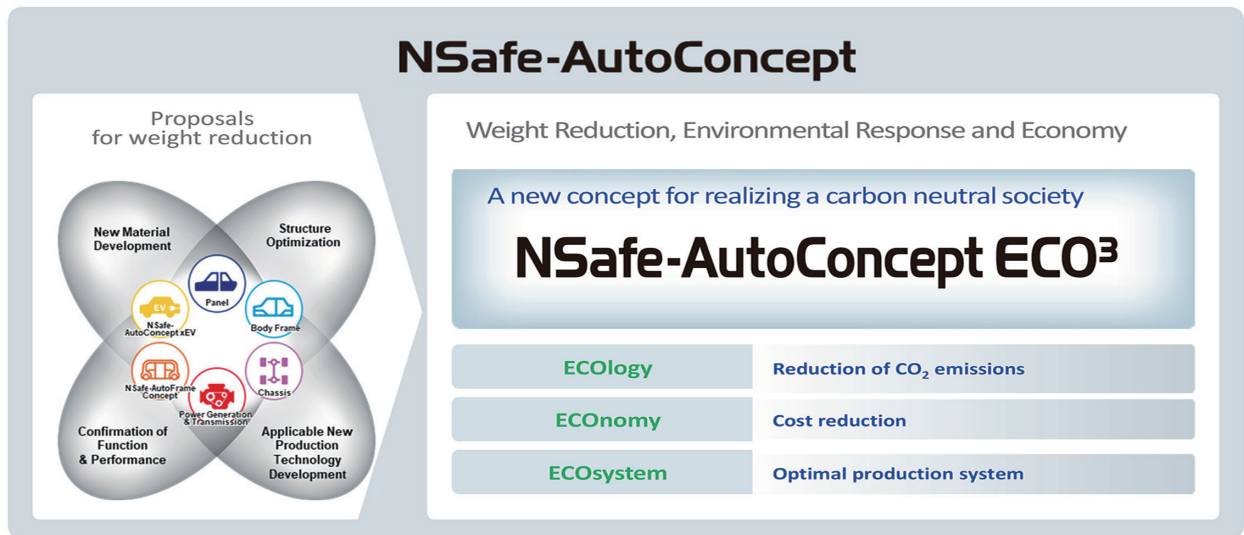


図4 NSafe-AutoConcept ECO³ の概念図
Conceptual diagram of NSafe-AutoConcept ECO³

段階からの GHG 排出量削減へのさらなる貢献が期待される。

3.2 NSCarbolex Solution

日本製鉄は、社会全体・顧客の GHG 排出量削減にも貢献する高機能製品やソリューション技術を“NSCarbolex Solution”として体系化している¹³⁾。NSCarbolex Solution は、以下の4つの価値を提供する：

1. 省工程化や省力化、短工期化の実現による顧客の製造プロセスにおける GHG 排出量の削減
2. 素材の高強度化や工法・設計提案による製品あたりの鉄鋼使用量の削減や、GHG 排出量の多い他素材からの切替を通じた素材由来の GHG 排出量の削減
3. 製品の省エネルギー化やメンテナンス周期の長期化を通じた製品のライフサイクルにおける GHG 排出量の削減
4. 再生可能エネルギーの普及や水素社会の実現等に必要製品・ソリューション技術の提供を通じた社会のエネルギー転換への貢献

2025年4月時点で NSCarbolex Solution は 112 件のラインナップを有し、自動車分野に適用可能な当該製品は全体の約4割を占めている。その一例を以下に紹介する。

“NSafe®-AutoConcept ECO³”¹⁴⁾ (図4) は、自動車分野における NSCarbolex Solution の代表例で、日本製鉄が開発した次世代鋼製自動車のコンセプトの1つである。電動化に伴う車両製造コスト上昇や工程・工数増等の課題にも対応すべく、NSafe-AutoConcept で提案してきた軽量化技術をさらに進化させ、GHG 排出量削減 (Ecology)、コスト低減 (Economy)、最適生産システム (Ecosystem) を両立する革新的総合ソリューション技術として提案している。コンセプトの詳細とソリューション事例については別稿 (目次 No. 3) に譲るが、部品一体化を通じた省工程・省工数・省コス

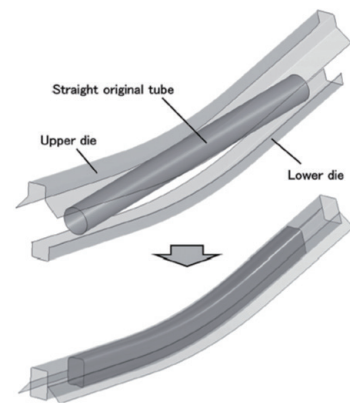


図5 断面変形同時プレス曲げ加工法概略
Outline of press bending with cross sectional deformation

ト化、モーターやバッテリーを含めた電動化への対応等の提案を通じ、顧客とともにカーボンニュートラル社会の実現に向けた取り組みを加速している。

“断面変形同時プレス曲げ”¹⁵⁾ は、さらなる軽量化や高機能化に応えるべく日本製鉄が開発した鋼管加工技術の一例で、図5に示すように、目的の部品形状と同じ形状の溝を有するパンチとダイを用いて、曲げと同時に断面変形させる工法である。同技術により、高成型型780級鋼管の適用による軽量化、部品コスト低減、材料の延性を活かした管端の拡管率増大による高剛性化を同時に実現できる。図6に同技術を適用して開発したリアサブフレームを示す。780級鋼管、780、980級鋼板を適用し、従来部品より、溶接線長を45%低減、パーツ数を49%低減しながら剛性は同等以上、重量は同等以下を確保している。

ニッケルめっき鋼板“スーパーニッケル”¹⁶⁾ は、表面に均一な一部合金化ニッケルめっき層を施すことにより、高い電池性能 (高耐食性・高耐熱性) を実現するプレめっき鋼板である。リチウムイオン電池を含め様々な電池のケー

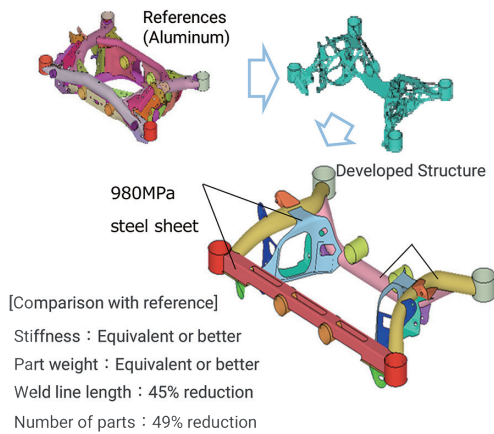


図6 断面変形プレス曲げ工法を適用して開発したリアサブフレーム

Developed rear subframe by applying the cross-section deformation press bending method



図7 リチウムイオン電池ケース (スーパーニッケル)
Lithium-ion battery case (Super Nickel)

素材として採用されており、車載用としても採用が広がっている(図7)。他素材製のケースと比較してGHG排出量の削減を図ることが可能である。ステレンス鋼板も高強度、耐熱性が特に優れた電池ケース用素材である。

ハイライトコア^{®17)}は電動車の走行駆動用モーター等に広く採用されている日本製鉄の無方向性電磁鋼板である。低損失と高磁束密度を両立させて、電気エネルギーを効率よく機械エネルギー(回転力)に変換することで、GHG削減に貢献する(図8)。

EVモータシャフト用鋼管¹⁸⁾は、高強度・軽量化と高い加工性を両立させた鋼管で、中空シャフトの製造工程を省略でき、かつ、EV用モータシャフトの中空化による軽量化に貢献する。

熱処理省略ボルト用鋼“MF線材”¹⁹⁾は、日本製鉄独自の組織制御により、ボルト製造時の焼入焼戻に加えブルーイングを省略しつつ高強度が得られる鋼材である。熱処理を省略でき、さらに長尺ボルトにおいては矯正工程も省略可能になる。

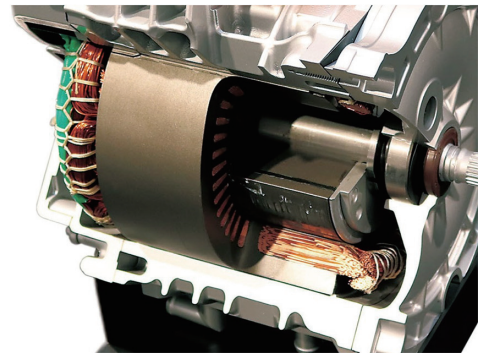


図8 ハイライトコアの適用例：電動自動車走行駆動用モーター(カットモデル)

Application example of HIGHLIGHT CORE: Motor for driving electric vehicles (cutaway model)

4. 結 言

自動車産業のカーボンニュートラルへの取り組みが加速する中で、鉄鋼素材の役割は変化しつつもますます重要となっている。本稿では、日本製鉄のNSCarbolexブランドの概要、NSCarbolexを通じた自動車産業および社会への貢献について、今後目指すところを述べた。カーボンニュートラルへの取り組みといっても顧客の取り組みは様々であり、それぞれの事情・ニーズにマッチする形の最適な製品・ソリューションを的確に提案・提供し続けられるよう、研究開発のさらなる取り組みと展開を図っていく。

参考文献

- 1) IEA: Cars and Vans - Energy System, <https://www.iea.org/energy-system/transport/cars-and-vans>
- 2) 欧州議会理事会, <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/PE-109-2023-INIT/EN/pdf>
- 3) (一社)日本自動車工業会, <https://www.jama.or.jp/operation/ecology/LCA/index.html>
- 4) UNECE Working Party on Pollution and Energy (GRPE), <https://unece.org/transport/vehicle-regulations/working-party-pollution-and-energy-introduction>
- 5) UNECE WP.29, <https://unece.org/wp29-introduction>
- 6) 新国哲也：交通安全環境研究所 FORUM2023, https://www.ntsel.go.jp/Portals/0/resources/forum/2023files/poster_04.pdf
- 7) WorldAutoSteel: Automotive GHG Model, <https://www.worldautosteel.org/life-cycle-thinking/automotive-ghg-model/>
- 8) 日本製鉄(株)：NSCarbolex Neutral - NSCarbolex[®][エスエスカーボレックス] | 「社会全体のCO₂排出量削減に貢献する製品・ソリューション技術」の総称ブランド, <https://www.nipponsteel.com/product/ns-carbolex/neutral/>
- 9) International Standard Organization: ISO 22095:2020 Chain of custody - General terminology and models, International Standard Organization
- 10) (一社)日本鉄鋼連盟：グリーンスチール, <https://www.jisf.>

- or.jp/business/ondanka/kouken/greensteel/
- 11) World Steel Association: Chain of custody approaches in the steel sector - The role of GHG reduction certificates (worldsteel chain of custody principles) (2024), <https://worldsteel.org/wp-content/uploads/worldsteel-chain-of-custody-principles.pdf>
- 12) 経済産業省：令和7年度におけるクリーンエネルギー自動車導入促進補助金(CEV補助金)の取扱い, 2025.3, https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/mono/automobile/cev/r6CEV.pdf
- 13) 日本製鉄(株):NSCarbolex Solution - NSCarbolex®[エヌエスカーボレックス] | 「社会全体のCO₂排出量削減に貢献する製品・ソリューション技術」の総称ブランド, <https://www.nipponsteel.com/product/nscarbolex/solution/>
- 14) 井口敬之助：日本製鉄技報。(425), 8 (2025)
- 15) 水村正昭 ほか：日本製鉄技報。(412), 35 (2019), <https://www.nipponsteel.com/tech/report/pdf/412-07.pdf>
- 16) 高橋武寛 ほか：日本製鉄技報。(412), 184 (2019), <https://www.nipponsteel.com/tech/report/pdf/412-27.pdf>
- 17) 藤村浩志 ほか：日本製鉄技報。(412), 167 (2019), <https://www.nipponsteel.com/tech/report/pdf/412-25.pdf>
- 18) 日本製鉄(株)：継目無機械構造用鋼管カタログ, https://www.nipponsteel.com/product/catalog_download/pdf/P011.pdf
- 19) 日本製鉄(株)：冷間圧造(CH)・ボルト用鋼カタログ, https://www.nipponsteel.com/steelin/product/xsteelia/cold_heading.html



宇佐見明 Akira USAMI
技術開発企画部 研究戦略室 部長代理
博士(工学)
東京都千代田区丸の内2-6-1 〒100-8071



荒倉 敏 Satoshi ARAKURA
営業総括部 営業企画室 営業企画課長



安尾暁彦 Akihiko YASUO
グリーン・トランスフォーメーション推進本部
総合企画部 上席主幹



堂野前等 Hitoshi DOHNOMAE
環境政策企画部 部長代理 博士(理学)



磯原豊司雄 Toshio ISOHARA
技術総括部 部長代理