



LCA 日本フォーラムニュース

No.83

2022年3月

Life Cycle Assessment Society of Japan (JLCA)

<目次>

特集：令和3年度 第18回 LCA 日本フォーラム表彰

【令和3年度 第18回 LCA 日本フォーラム表彰 講評】	3
LCA 日本フォーラム表彰選考 WG 委員 成田 暢彦	
【LCA 日本フォーラム奨励賞】	5
籾殻を原料、燃料とした、無機保温材の開発 当該製品のライフサイクル CO ₂ 排出量等の定量化活動 当該開発を契機とした社内啓発活動	
日本インシュレーション株式会社 管理本部経営企画部 取締役部長 金子 一郎	
【LCA 日本フォーラム奨励賞】	10
飼料添加物 DL-メチオニンの環境貢献	
住友化学株式会社 レスポンシブルケア部 主席部員 林 真弓	
【LCA 日本フォーラム奨励賞】	15
インドネシアの工場におけるオンサイト型排水処理システムの LIME3 による LCA 評価	
株式会社新菱 経営企画本部 カーボンニュートラル推進室 課長代理 金子 愛里	
【LCA 日本フォーラム奨励賞】	22
GHG 削減貢献量評価手法の確立および普及	
日本 LCA 学会環境負荷削減貢献量評価手法研究会 主査 醍醐 市朗	

【第18回LCA日本フォーラム表彰 受賞者】

■経済産業省 産業技術環境局長賞

全国百貨店会員店舗を対象にした SCOPE 3 の実施	一般社団法人 日本百貨店協会
-----------------------------	----------------

■LCA日本フォーラム 会長賞

タイヤの LCCO ₂ 算定ガイドライン Ver2.0 を活用した国内市場に於ける CO ₂ 排出量削減効果の公表、及びガイドライン Ver3.0 の作成	一般社団法人 日本自動車タイヤ協会
---	-------------------

■奨励賞

籾殻を原料、燃料とした、無機保温材の開発 当該製品のライフサイクル CO ₂ 排出量等の定量化活動 当該開発を契機とした社内啓発活動	日本インシュレーション株式会社
飼料添加物 DL-メチオニンの環境貢献	住友化学株式会社
インドネシアの工場におけるオンサイト型排水処理システムの LIME3 による LCA 評価	株式会社 新菱
GHG 削減貢献量評価手法の確立および普及	日本 LCA 学会環境負荷削減貢献量評価手法研究会

■功労賞

山本 良一（東京都公立大学法人理事長/前 LCA 日本フォーラム会長）

<講評>

LCA 日本フォーラムニュース83号では、奨励賞および功労賞をご紹介します。

■ LCA日本フォーラム奨励賞 ■ 日本インシュレーション株式会社

日本インシュレーション株式会社は、ベトナム工場での籾殻を燃料としたエネルギーとその残渣を原料とした、けい酸カルシウム保温材の製造を行い、scope3 手法で評価してサステナビリティ報告書で公表しました。できる限りの信頼性を担保した算定は堅実と評価されました。廃棄物に近いもみ殻に集まるケイ素に注目し、これを原料とした製品を開発したことに敬意を表します。また、具体的な独自技術を開発、製品化、販売するビジネスモデルのなか、LCA を活用してより環境面に配慮した製品を世界に広めようとしている点が評価されました。

■ LCA日本フォーラム奨励賞 ■ 住友化学株式会社

住友化学株式会社は、飼料添加物による環境影響削減効果を LIME3 を用いて精緻に評価しました。多くの事例が CO₂/GHG の排出量分析に留まる中で、LCA の本質である重要な影響領域を網羅した評価に取り組んでいる先進性が高く評価されました。特に、開発した飼料添加物を養鶏飼料に利用し、鶏排泄物中の窒素分を減らすことで N₂O 削減に貢献しているという結果は、環境影響評価ならでは、でしょう。今後は、GHG だけでなく水消費や土地利用など関連する様々な影響領域の評価は求められていくでしょう。そのような背景を鑑みても、今回の事例は受賞に値すると考えられます。今回受賞された飼料添加物の評価は、全社で評価した他の 57 製品・技術評価の一つであり、環境経営としての取り組みのレベルも高いと判断されました。

■ LCA日本フォーラム奨励賞 ■ 株式会社 新菱

株式会社 新菱は、インドネシアの工場に設置したタンクと浄化槽を対象に生活系排水処理システムの改善を目的に環境影響評価を実施しました。今回の事例は、LCA の研究報告として充実した内容と認識され、また途上国への技術展開の重要性が明確に示されました。汚水処理システムを実際の環境での評価した試みには敬意を表します。今回のジャカルタにおけるこの生活系排水処理用の浄水槽の LIME3 評価によって、今後 LCA や浄化槽へ理解が促進されることに期待いたします。

「環境への貢献」を軸とした幅広い分野での事業展開の一環として実施された今回の事例は、海外途上国の水環境改善支援という点でも高く評価されるものと考えます。

■ LCA日本フォーラム奨励賞 ■**日本LCA学会環境負荷削減貢献量評価手法研究会**

日本LCA学会環境負荷削減貢献量評価手法研究会は、環境負荷削減貢献量の評価手法について、産学から参加するメンバーで議論を進め、その手法を確立しました。その成果として、2015年に「温室効果ガス排出削減貢献量算定ガイドライン」を策定しました。その後、積極的な活動によって、各業界への削減貢献量の考え方を浸透させた点で評価しました。製品開発、事業活動等がどの程度環境負荷削減に貢献しているかを評価する手法として、これからも企業、業界が活用し、企業活動に貢献することを期待します。また、日本での標準化や海外市場での受容、普及の発展にも期待します。

引き続きこのような素晴らしい取組みの推進を期待するとともに、皆様の新たな活動が、今後の日本におけるLCAと環境効率活動の発展と向上に大いに貢献することをLCA日本フォーラム表彰委員会および表彰選考WG委員一同、祈念しております。

LCA日本フォーラム表彰選考WG 委員長 成田 暢彦

■ LCA日本フォーラム功労賞 ■**山本 良一（東京都公立大学法人理事長/前LCA日本フォーラム会長）**

山本先生のご活躍については、本日ご参加の皆様にも、私から説明することもないと存じますが、9年という長い期間、LCA日本フォーラムを牽引いただき誠にありがとうございました。地球温暖化、気候変動へのリスクをいち早く察知し、いつも我々に何をすべきかを説いてくださり、時には叱咤激励をいただくのは、もはやLCA日本フォーラムの風物詩だったのではないのでしょうか。近年では、「カーボンリサイクル・リムーバル技術研究会」、「自治体の気候行動計画立案支援プロジェクト」といった、先進的な活動を提案していただくなど、LCA日本フォーラムへのご指導・ご支援は多大なものでございました。これからもLCA日本フォーラムの顧問として、ご指導ご鞭撻を賜りますようお願いすると同時に、会員、関係者一同を代表して、これまでの感謝の意を表したいと存じます。どうもありがとうございました。

功労賞のご受賞を心からお祝い申し上げます。

LCA日本フォーラム表彰選考WG 委員長 成田 暢彦

※ 本講評の無断転載・無断使用を固く禁じます。



【LCA 日本フォーラム奨励賞】

粃殻を原料、燃料とした、無機保温材の開発
当該製品のライフサイクル CO₂ 排出量等の定量化活動
当該開発を契機とした社内啓発活動

日本インシュレーション株式会社
管理本部経営企画部 取締役部長 金子 一郎

1. はじめに

日本インシュレーションは、プラントの保温と建築物の耐火を通じて、産業と社会に貢献することを使命とし、世界で初めて開発した、高耐熱性のゾノライト系けい酸カルシウム材の製造技術を基盤として、プラント向け保温材、鉄骨造建築物の耐火被覆材の製造販売・施工を主たる事業としています。今般の奨励賞の受賞では、もみ殻を燃料として製造エネルギーをバイオマスから得て、かつその残渣を原料とした、けい酸カルシウム保温材の製造を行っていること、当該製品の炭酸ガス排出量について、原料からの排出量を含んだ形で算定し、これを 2021 年版 CSR 報告書にて公表したこと、さらに、これらの活動を契機に、社内ですべての社員が参加するサステナビリティ勉強会を開催したことを評価いただきました。

2. 保温材の役割

近年、カーボンニュートラルへの対応をめぐって、発電事業においても、再生エネルギーや水素・アンモニア燃料等に関する技術開発が盛んになってきています。しかし、地球温暖化対策として、省エネルギーをより徹底していくことは、最も早く、かつ確実な方法です。

生活を支える電力、鉄鋼、プラスチック、ガソリン、紙パルプなどの基礎素材産業では、製造のために多くのエネルギーが使用されており、プラントにおける保温は不可欠の技術となっています。省エネルギーに欠かせない断熱材（保温材）は、写真 1 のように、空隙率を大きくし、固体伝導を下げ、熱伝導率の低い空気を利用して断熱性を確保していますが、高温域では、特にふく射による熱の移動の影響が大きくなります。具体的には、図 1 のように、温度が低ければ軽量の保温材の方が相対的に断熱性能は優れていますが、温度が 250℃ にもなると、比重の重い保温材の方が断熱性で逆転する現象が見られるようになります。

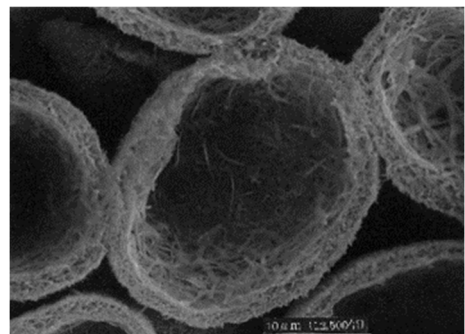
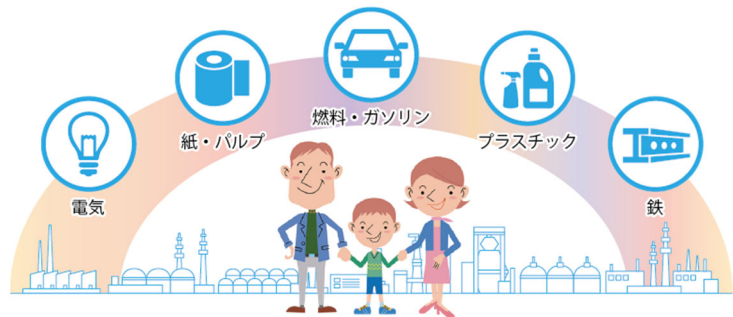


写真 1 けい酸カルシウム保温材の断面写真

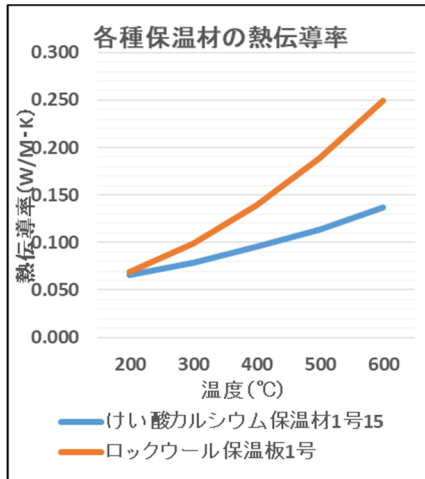


図1 各種保温材の熱伝導率(1)

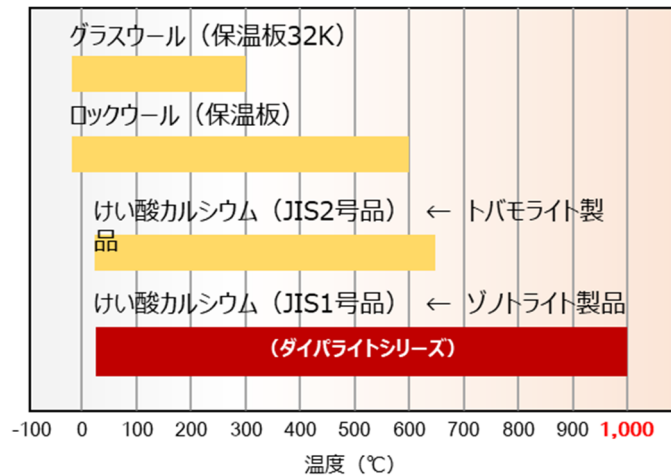


図2 各種保温材の最高使用温度の比較(2)

けい酸カルシウム保温材は、図2のように、各種保温材の中でも耐熱性に優れており、高温域での熱伝導率が相対的に低く、高温になる部位の保温に適しています。このため、プラント向けの高耐熱性断熱材として、高温になるボイラー、タービン、配管等から熱が放散されるのを防ぐ目的で使用されています。



保温材取付け (施工中)

写真2 保温材の施工例

3. もみ殻を原料、燃料とした、無機保温材の開発

しかし、保温材の製造工程では、化学反応や製品乾燥のための燃料の燃焼で排出されるCO₂、そして原料となるけい石、石灰のサプライヤーが排出するCO₂を削減していかなければ、脱炭素社会の実現の阻害要因ともなります。

そこで、当社では、SDGs 7 (エネルギーをみんなに、そしてクリーンに)、SDGs 13 (気候変動に具体的な対策を) の達成に貢献する製品として、もみ殻の燃焼で得られるエネルギーを製造工程で使用し、残渣であるもみ殻灰をケイ酸質原料として製造する保温材 (ダイパライト-E) を開発しました。

イネ科植物では、他の植物よりもケイ素をより多く吸収し、イネでは地上部に10%ものケイ素を蓄積していることが知られています(3)。東南アジアの中でも、ベトナム社会主義共和国 (以下、ベトナム) の南部には、世界的に有名な穀倉地帯であるメコンデルタが広がっています。ベトナムの米の生産量 (もみ量) は約4,243万ton/年であり(4)、この20%がもみ殻とすると約850万ton/年もの大量のもみ殻が発生していることとなります。これらは一部燃料等で使用されていますが、未利用のもみ殻は不法投棄される例もあるといえます。

このような背景の下、当社では、独自の製法によるけい酸カルシウム合成のノウハウを活かし、ベトナム・アンザン省フータン県タンチュン村にある工業地区に工場を建設し、けい酸カルシウム保温材ダイパライト-Eの出荷を2017年10月に開始し、東南アジアを中心に供給しています。

1) 未利用のバイオマスエネルギーの活用

製造プロセスは図3のとおりで、合成→脱水成形→乾燥という基本的な製造フローは国内工場と同じですが、オートクレーブによる高温高圧下でのけい酸カルシウムの合成工程、および脱水成形後の乾燥工程に使用している蒸気熱をもみ殻の燃焼エネルギーから得ています。従来は、これらの蒸気熱は化石燃料を用いたボイラーから供給していました。

2) 廃棄物の資源化

加えて、従来、けい酸カルシウムの合成には主にけい石をケイ酸原料として用いていましたが、本プロジェクトではもみ殻燃焼後の残渣であるもみ殻灰を利用し、廃棄物の削減に貢献しています。もみ殻を燃焼させるとその重量の10~20%がもみ殻灰として残ります。その大部分が二酸化ケイ素(SiO_2)であり、燃焼の温度や時間等の条件によって、この二酸化ケイ素の結晶性および含有率、未燃成分の含有率等が大きく変わるので、けい酸カルシウムの合成に適したケイ酸質原料が得られるような燃焼条件に調整しながら、ボイラーの運転を制御しています。

ベトナム工場でのもみ殻灰からのケイ酸質原料の生産は、バイオマスを使用している点、また、現地で収穫される膨大なもみ殻を「地産地消」できることからロジスティックに関しても考慮しないで済むため、LCAの観点からも優れたシステムといえます。

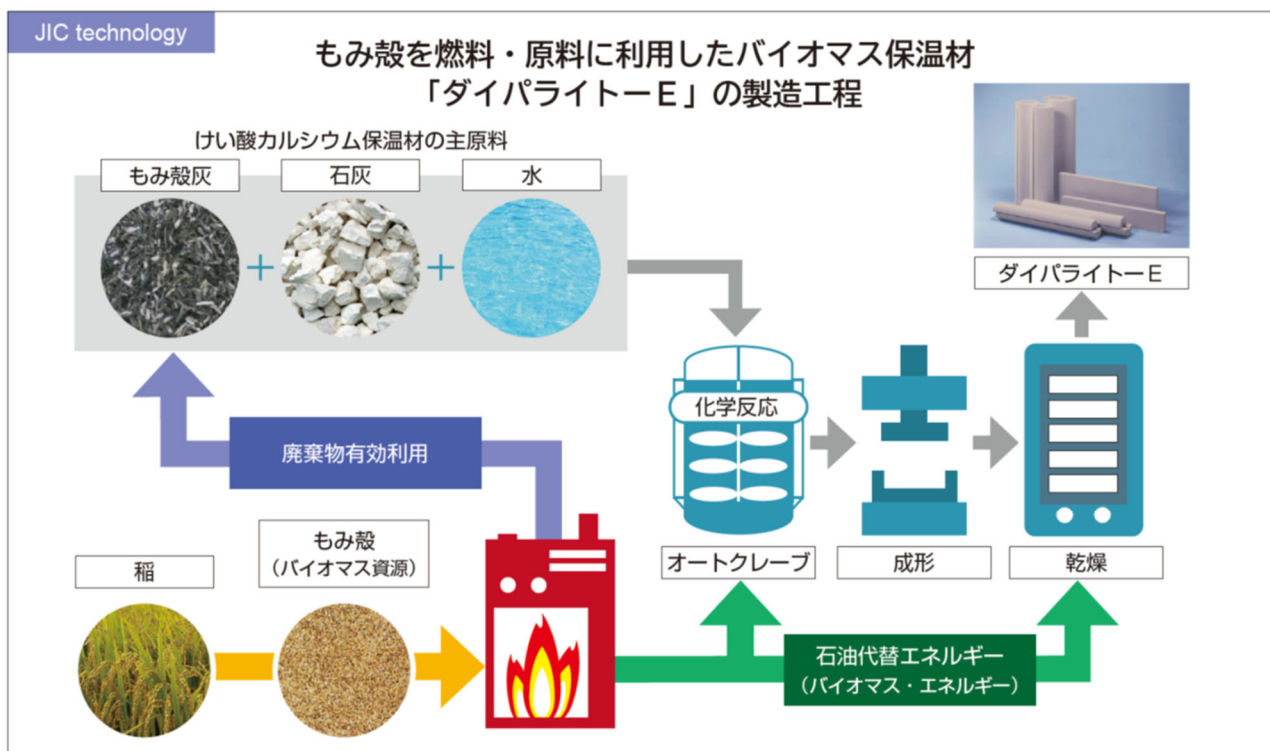


図3 ダイパライト-Eの製造工程(3)

なお、本プロジェクトは、炭酸ガス排出抑制効果が地球環境保全に貢献するものと評価され、ベトナム・アンザン省政府によって環境配慮型事業として認定されました。この認定によって、現地法人のジェイ アイ シー ベトナム有限会社(当社の完全子会社)は環境配慮優遇税制を受けています。また、この技術は国際連合工業開発機関(UNIDO)東京投資・技術移転促進事務所(東京事務所)の環境技術データベース「STePP」に登録されています。



4. 当該製品のライフサイクル CO₂ 排出量等の定量化活動

ダイパライト-E の炭酸ガス排出量について、自社の製造工程で排出される CO₂ 排出量のほかに、原料からの排出量を含んだ形で、一般社団法人日本 LCA 推進機構の指導を受けながら、算定しました。これを 2021 年版当社サステナビリティ報告書（CSR 報告書）にて公表し、関係のステークホルダーに対して配布するとともに、インターネットに掲載し広く情報を開示しました。

ダイパライト-Eの炭酸ガス排出量は、従来品の約半分に削減され、また、バイオマス燃料を使用することで、製造時の炭酸ガス排出量の2倍に相当する炭酸ガス削減効果があると試算されました。

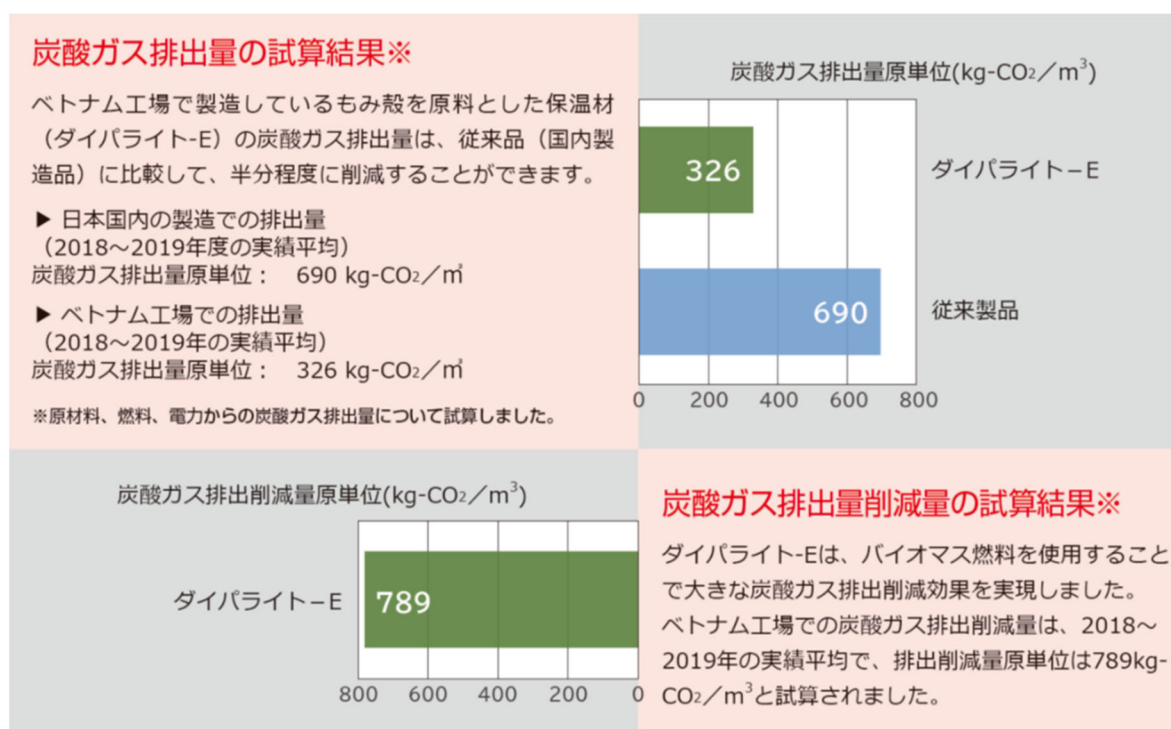


図4 ダイパライト-Eの炭酸ガス排出量、歳出削減効果の試算(3)

5. 当該開発を契機とした社内啓発活動

ダイパライト-Eの開発を契機にして、当社社員全員にサステナビリティ経営の視点を与えて、さまざまな考え方を経営に取り入れようとする企画を実施しました。

全社展開に先立ち、2021年1月に日本経済研究所から講師を招き、幹部社員に対する教育を実施し、その後、社内全部署の課長クラスを対象に社内勉強会を開催し、さらに、各部署内の所属員に対して研修を受けた課長が講師となって、社内で全社員が参加するサステナビリティ勉強会を開催しました。今後は、マテリアリティ特定を行い、経営計画に反映していく予定です。

6. おわりに

太陽光発電などの再生可能エネルギー技術を太陽（サンシャイン）に、保温などの省エネルギー技術を月（ムーンライト）に例えることがあります。保温技術は、高度成長期から続くエネルギー使用合理化の流れの中で、完成された技術として注目を集めることは少ないもので、それゆえ、新人や若手の方々には馴染みの少ないものであるかもしれません。

しかし、冒頭でも述べましたように、これから研究開発投資を行って開発される非化石燃料技術だけではなく、ベーシックな保温材は投資に応じて確実に炭酸ガス排出削減に貢献できるものです。地味ではありますが、非常に重要なものであり、カーボンニュートラルの実現に欠かせない資材であると自負しています。

当社では工場見学も行っていますので、ぜひ社員教育の一環としても活用していただければ幸いです。最近では、コロナ禍で移動が難しくなっていることもありますが、リモートでの見学も受け付けていますので活用いただければと願っています。

参考文献

- (1) “保温 JIS 解説” 2019.5.13, 一般社団法人日本保温保冷工業協会
- (2) “けい酸カルシウム保温材” 2017.3, けい酸カルシウム保温材協会
- (3) JIC sustainability report 2018、日本インシュレーション株式会社、2018年8月
- (4) Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) - FAOSTAT - Production, Crops, Rice, Paddy, 2016



【LCA 日本フォーラム奨励賞】

飼料添加物 DL-メチオニンの環境貢献

住友化学株式会社
レスポンシブルケア部 主席部員 林 真弓

1. はじめに

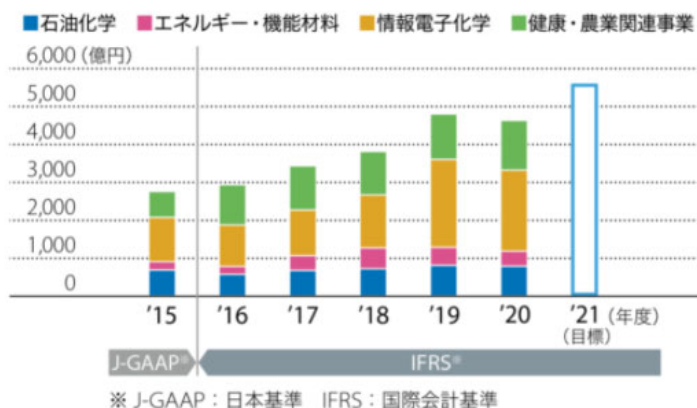
住友化学は 2021 年 12 月に、2050 年のカーボンニュートラル実現に向けて、取り組み方針や活動目標をはじめとするグランドデザインを策定しました。当社グループとして、温室効果ガス（GHG）排出量を 13 年度比で 30 年度までに 50%削減、50 年までにカーボンニュートラルの実現を目指します。当社は、30 年度までの削減目標を 50%に引き上げたことに伴い、21 年 12 月 10 日、「2℃を十分に下回る水準(Well-below 2℃)」で Science Based Targets (SBT) イニシアチブの認定を改めて取得しました。認定された目標とカーボンニュートラルの実現に向け、総合化学企業として培ってきた技術力と知見を生かして科学的・論理的・定量的に裏付けされた取り組みを推進し、「責務」と「貢献」の両面から GHG 排出量の削減を加速させます。

化学企業における使命として、「住友化学グループらしい」カーボンニュートラルに向けた取り組みを、「責務」と「貢献」の両面から推進する。

- (1) 当社グループの GHG 排出量をゼロに近づける「責務」
- (2) 当社グループの製品・技術を通じた世界の GHG 削減への「貢献」

2. Sumika Sustainable Solutions

当社グループの製品・技術を通じた世界の GHG 削減への「貢献」の取り組みとして、温暖化対策や環境負荷低減などに貢献するグループの製品・技術を Sumika Sustainable Solutions (SSS)として認定しています。これまでに 57 製品・技術を SSS として認定し、これら製品・技術の普及および拡大を推進してきました。2021 年度末までに SSS 認定製品・技術による売上高を 5,600 億円にするという KPI に向けて、グループ一丸となって努力し、サステナブルな社会の構築に貢献していきたいと考えています。



3. 飼料添加物 DL-メチオニンの環境貢献

代表的な SSS 製品である飼料添加物 DL-メチオニン「スミメット®」(以下、メチオニン)は、養鶏飼料で不足する必須アミノ酸のメチオニンを補填するために利用され、世界の人口増加に向けて、動物性たんぱく源の増産効果が期待される、SDGs の達成に貢献する製品と言えます。さらにアミノ酸バランスを整えることにより鶏排泄物中の窒素分を減らし、N₂O 削減に貢献しています。その他にも、製造時における様々な環境負荷低減活動や、メチオニンを添加することで増減するトウモロコシや大豆粕などの他の飼料原料の環境影響なども考えられ、総合的かつ統合的な評価が望まれていました。



3.1 メチオニンの使用方法

メチオニンを配合飼料に添加することで、飼料中のアミノ酸バランスを効率的に整え、鶏の育成に利用されない余剰なアミノ酸を削減することができます。その結果、鶏の排泄物に含まれる窒素量を削減でき、排泄物処理における N₂O 発生を抑制できるため、温暖化対策に有効です。本事例では、ブロイラーを調査対象とし鶏肉 1t の生産に必要な配合飼料にメチオニンを 0.2% 添加し、他の大豆粕等の飼料量を調整して、余剰アミノ酸を削減した場合の環境貢献量を評価しました。

図 3.1-1 に、メチオニン添加配合飼料および無添加配合飼料における各種の必須アミノ酸含量の要求量に対する充足率を示します。各飼料は、必須アミノ酸含量の充足率 100% 水準を確保するように配合量を調整されているため、配合飼料の機能性は同等となりブロイラー育成成績は変わりません。

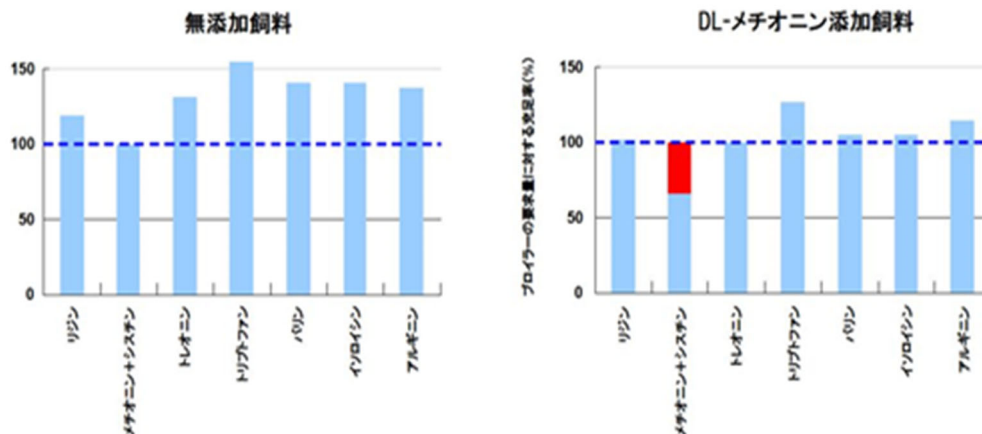


図 3-1-1 プロイラー飼養の要求量に対する飼料中必須アミノ酸含量の充足

ブロイラー用の配合飼料中に要求される代謝エネルギー3,200 kcal/kg を確保し、かつメチオニン添加に合わせて、必須アミノ酸であるメチオニン+シスチン含量を 0.76%の最低水準を満たすようにトウモロコシ、大豆粕等を配合しました。(図 3-1-2)

区分	鶏肉1トンあたりの飼料量* (kg)		
	無添加	メチオニン添加	増減
トウモロコシ	2065	2661	596
コーングルテンミール	358	0	▲358
大豆粕	1757	1528	▲229
大豆油	271	252	▲19
メチオニン	0	9	9
計	4451	4451	-

図 3-1-2 配合飼料量

3.2 LIME3 評価

メチオニン使用による環境貢献を以下2つの視点から、LIME3 により評価を行いました。

- ・メチオニンを養鶏飼料に添加することにより、飼料中のアミノ酸バランスを改善、大豆粕等の飼料原料を削減できる点
- ・飼料中の余剰アミノ酸を削減できることにより、排泄窒素とそれに起因する N2O を低減できる点

<鶏肉生産における LIME3 評価>

機能単位：鶏肉 1 トンあたり

システム境界：原料調達および排泄物処理

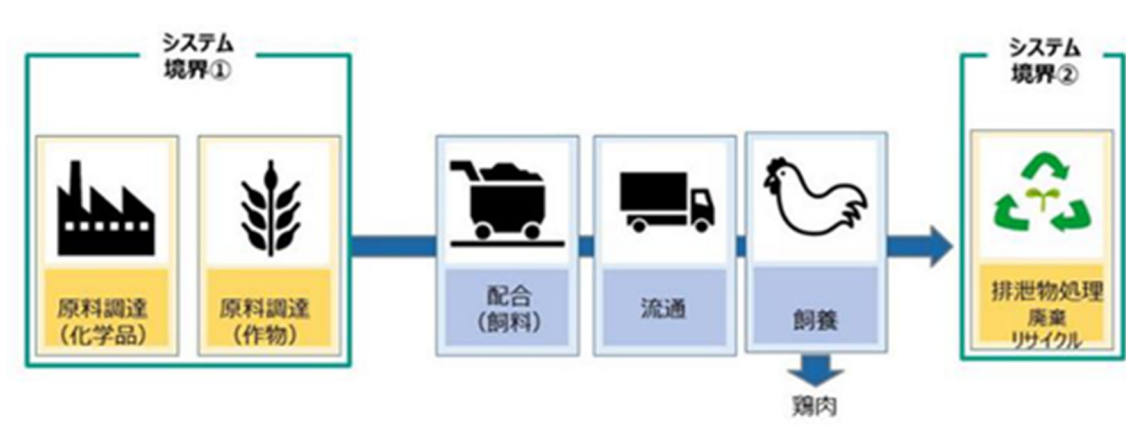


図 3-2-1 に示した統合化結果（影響領域別）では、メチオニン添加により、灌漑用水の低減による人間健康、および土地利用削減による一次生産に係る環境被害の低減効果が大きいことが明らかになりました。飼料別では、メチオニン添加に伴う トウモロコシ増加による環境負荷増加よりも、大豆粕およびコーングルテンミールの削減による環境貢献が大きく、図 3-2-2 に示した通り、合計 36 US\$ となりました。

また排泄物処理時の N 2O 低減による環境貢献は 1 US\$ と計算されました。

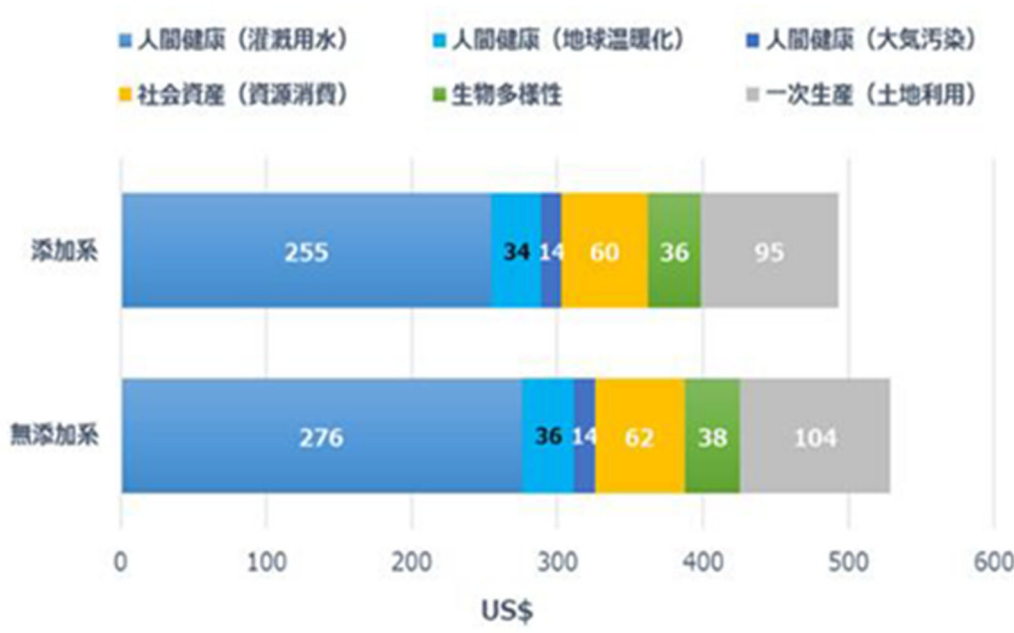


図 3-2-1. 統合化結果（保護対象・影響領域別）

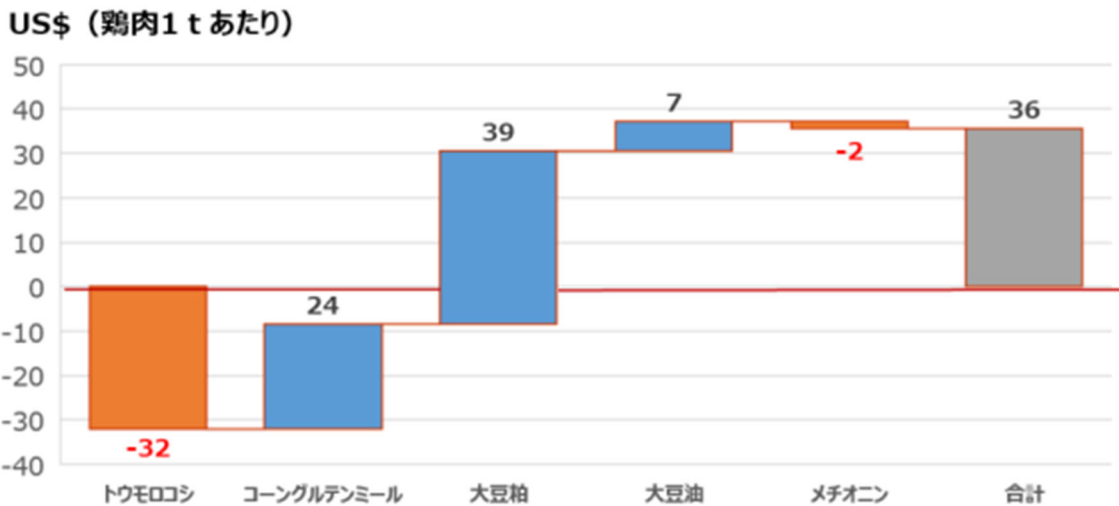


図 3-2-2. 飼料バランス改善による環境貢献

4. 結論

メチオニン添加配合飼料，無添加配合飼料を使用した場合の鶏肉 1 t 生産あたりの環境影響のLIME3評価を行いました。メチオニン添加配合飼料を使用した場合の統合経済価値は，無添加配合飼料を使用した場合に比較して 37US\$の環境貢献があると評価されました。その内訳には，メチオニン添加により大豆粕，大豆油が削減可能となるため，大豆のLIME3評価に影響する灌漑用水の使用による人間健康被害，および農耕地利用による一次生産被害の軽減が主に寄与しています。

LIME3 評価の適用により，メチオニンを使用する場合の環境貢献は，飼料バランスを整える効果大きいことが明らかになりました。

今回は，排泄物処理プロセスにおける余剰アミノ酸起因の排泄窒素による GHG 排出の影響を評価したが，窒素排出による酸性雨・富栄養化・悪臭問題といった環境負荷低減の貢献量についても今後検討する必要があると考えています。

<参考文献>

1. 住友化学レポート 2021 p30, 65
[住友化学レポート\(統合報告書\)|IR 資料室|住友化学株式会社\(sumitomo-chem.co.jp\)](#)
2. 住友化学サステナビリティデータブック 2021p25-26,36-40
[サステナビリティ資料室|資料室|住友化学株式会社\(sumitomo-chem.co.jp\)](#)
3. 林真弓，住友化学グループのSDGs への取り組み～Sumika Sustainable Solutions(SSS)～，化学物質と環境，No.157，p.11(2019)
4. 日本化学工業協会「温室効果ガス削減に向けた新たな視点—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」p11
[Microsoft Word -2014-3-17 サマリー編\(nikkakyo.org\)](#)
[事例15_飼料添加物\(nikkakyo.org\)](#)
5. LCA 日本フォーラムニュース No.81 P46
[JLCA_NL_81.pdf \(lca-forum.org\)](#)
6. 外務省 HP
[JAPAN SDGs Action Platform | 外務省\(mofa.go.jp\)](#)
7. 住友化学 HP
[Solutions：事業を通じた貢献 Sumika Sustainable Solutions \(SSS\) | サステナビリティの実現に向けて \(For a Sustainable Future\) | 住友化学株式会社\(sumitomo-chem.co.jp\)](#)
8. 住友化学 HP
[「ジャパン SDGs アワード」において SDGs 推進副本部長 \(外務大臣\) 賞を受賞| サステナビリティ| 住友化学株式会社\(sumitomo-chem.co.jp\)](#)



【LCA 日本フォーラム奨励賞】

インドネシアの工場におけるオンサイト型排水処理システムのLIME3によるLCA評価

株式会社新菱

経営企画本部 カーボンニュートラル推進室 課長代理 金子 愛里

1. はじめに

近年、Sustainable Development Goals (SDGs)や、環境・社会・ガバナンスの3つを投資判断に用いる ESG 投資の重要性が高まっています。そのため企業はこれまで対応が求められてきた地球温暖化ガス (GHG) だけではなく、今後はそれ以外の環境影響にも配慮した事業活動を行うことが求められています。弊社は、インドネシアの協力企業の工場において、生活系排水処理システムを改善した事例をもとに、従来からインドネシアで普及している septic tank (腐敗沈殿槽) と代替システムとして導入された浄化槽のライフサイクル全体での環境影響を評価しました。本調査は、インドネシアの民間企業が生活系排水処理システムを導入する際の製品選定に役立つ情報提供を行うことを目的としています。

2. 評価対象設備

評価対象とした設備は、インドネシア・ジャカルタの工場内に設置されている一般的な構造の septic tank (一基)、および日系企業により現地で製造された浄化槽 (一基) です。2つの設備は同じ工場内に設置され、トイレからのし尿や手洗い後の排水、またイスラム教徒の礼拝前の身体の洗浄後の排水処理に用いられています。それぞれ別のトイレに接続されていますが、気候、原水の水質や流入パターンはほぼ同じ条件で比較しました。

3. 機能単位

機能単位は、一人当たりの年間排水処理 (約 2.7L/日) としました。なお調査対象の工場では、従業員は日中の 8 時間のみ勤務しており、処理対象排水には一般家庭のように入浴やキッチンから出る排水は含まれていません。

4. システム境界

評価対象には、septic tank、浄化槽のそれぞれについて、原料調達から製造、運搬、運用、廃棄までのライフサイクル全体を含めました (図 1、2)。排水処理システムの運転時には、温室効果ガスとして CO₂、CH₄、N₂O が直接排出されますが、生活排水中の有機物は生物由来であることから CO₂ はカーボンニュートラルであるため、評価対象外としました。なお septic tank からの処理水が排水放流基準を満たしていないため、実際には工場内で二次処理が行われていますが、インドネシアの現状では二次処理は行わないことが一般的であるため、本調査では二次処理のプロセスは評価対象外としました。

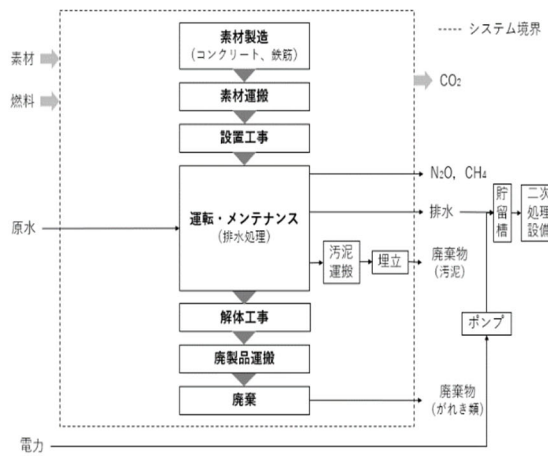


図1 septic tank のシステム境界

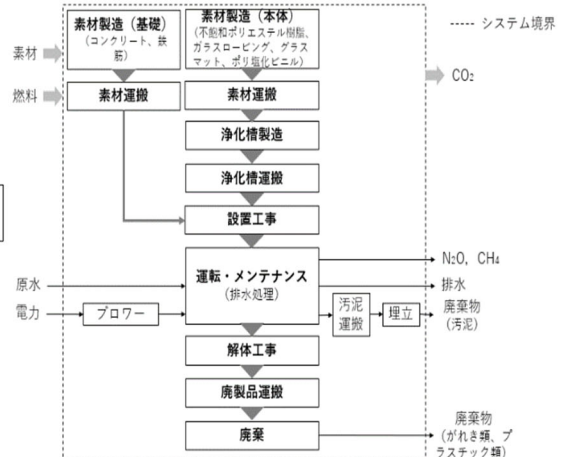


図2 浄化槽のシステム境界

5. インベントリ分析対象項目とデータ収集方法

評価対象とした項目は、表2, 3のインベントリデータのとおりです。

	ステージ	項目	
Input	素材調達	セメント レンガ 鉄筋	
	素材運搬	軽油	
	施工	軽油	
	運転・メンテナンス	軽油	
	廃棄	軽油	
	Output	大気への放出	CO ₂ CH ₄ N ₂ O
		水域への放出	BOD
廃棄物		汚泥埋立 がれき類	

表2 septic tank のインベントリデータ

	ステージ	項目
Input	素材調達	不飽和ポリエステル樹脂 ガラスロービング グラスマット ポリ塩化ビニル(PVC) セメント 鉄筋
	素材運搬	軽油
	製造	電力
	製品運搬	軽油
	施工	軽油
	運転・メンテナンス	電力
		塩素(次亜塩素酸カルシウム)
		軽油
	廃棄	軽油
	Output	大気への放出
水域への放出		BOD
廃棄物		汚泥埋立 がれき類 廃プラスチック類

表3 浄化槽のインベントリデータ

排水処理の過程で発生するCH₄の地球温暖化係数(GWP)は28、N₂Oは265と高く、少量の排出であっても影響が大きいので、正確な排出量の把握が重要となります。しかしインドネシアでの参考となる研究事例がなかったため、調査対象設備にて排水及び排ガスの実測を行いました。なお排水・排ガスのサンプリングにあたっては、現地工場の環境担当者に対してLCAの基礎講義や現場指導を行い、ご協力いただきました(活動写真1)。

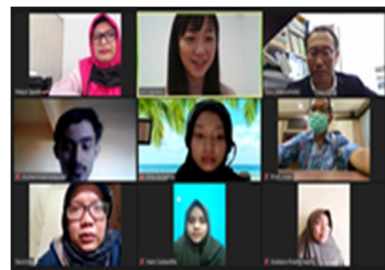
その他のデータ収集にあたっては、既存文献や現地でのヒアリングの他、現地の政府職員や研究者を対象に LCA や浄化槽に関する研修を行った上で、情報収集にご協力いただきました（活動写真2）。また北スマトラ大学の教授や学生と、対面・オンラインによるディスカッションを 30 回以上実施し、現地の状況に即した評価となるよう情報提供いただきました（活動写真3）。



活動写真1



活動写真2



活動写真3

6. 排水サンプリング・水質分析結果

2017年（19日間）、2018年（25日間）の2回にわたって、流入水と放流水のサンプリング及び水質分析を行いました。その結果、septic tankの放流水はpHを除くすべての項目がインドネシアの放流基準値を超過していました（表1）。一方、浄化槽の放流水は、アンモニア態窒素を除くすべての項目が基準値を満たし、高い処理能力を発揮しました。なおアンモニア態窒素が超過した理由は不明ですが、適切な頻度の汚泥引き抜きがされていないことや、流入水に設計値以上のアンモニア態窒素が含まれていたこと等が考えられます。

対象システム	No.	項目	水質基準	一回目平均		二回目平均		合計平均		除去率 (%)
				inlet	outlet	Inlet	outlet	inlet	outlet	
septic tank	1	pH	6-9	7	7	7	7	7	7	-
	2	BOD	30 mg/L	130	92 ※	146	119 ※	138	106 ※	23
	3	COD	100 mg/L	257	220 ※	275	250 ※	266	235 ※	12
	4	SS	30 mg/L	173	156 ※	245	221 ※	209	188 ※	10
	6	NH ₄ -N	10 mg/L	-	-	111	67 ※	111	67 ※	40
	浄化槽	1	pH	6-9	7	6	7	7	7	7
2		BOD	30 mg/L	150	16	209	17	179	16	91
3		COD	100 mg/L	301	54	316	56	308	55	82
4		SS	30 mg/L	309	20	326	19	317	19	94
6		NH ₄ -N	10 mg/L	-	-	107	21 ※	107	21 ※	80

表1 水質分析の結果

7. ガスサンプリング・ガス分析結果

2018年（2日間）に排ガスのサンプリング及び分析を行いました。

その結果、septic tankのN₂O排出量は0.06 kg/tank/年、CH₄排出量は262 kg/tank/年でした。一方、浄化槽のN₂O排出量は3.51 kg/tank/年、CH₄排出量は42 kg/tank/年でした。今回は、septic tank、浄化槽ともに一現場ごとの単発の調査結果であり、精緻なデータを得るにはさらなる実地調査が必要と考えられます。しかし本調査結果からは、運転時におけるseptic tankと浄化槽のGHG排出量に大きな差が表れました。

8. ライフサイクル GHG 排出量

本調査の結果、septic tank のライフサイクルにおける一人当たりの GHG 排出量は 48.1 kg- CO₂eq/人/年、浄化槽は 26.2 kg- CO₂eq/人/年となりました。どちらも運転段階における GHG 排出量がライフサイクル全体のほとんどを占めていますが、その要因は異なりました。septic tank では排ガスに含まれる N₂O、CH₄ が全体の 93% を占めた一方で、浄化槽ではプロワの電力使用による CO₂ 排出量が 61% でした。運転・メンテナンス時に直接排出されるガスだけを比較すると、septic tank は 44.8 kg- CO₂eq/人/年、浄化槽は 5.9 kg- CO₂eq/人/年と、約 7.6 倍の差がありました。ガス発生量は、メンテナンス状況、流入水質、水量等により変動するため、一般性を高めるためにはより多くの事例が求められますが、現地では比較できる実測データが不足しています。今回は単発調査ではありますが、本調査の結果からは septic tank の代替システムとして浄化槽を導入することで、運転時の N₂O、CH₄ の排出量を大幅に削減し、さらにライフサイクル全体では GHG 排出量を 46% 削減できるという結果になりました。

9. LIME3 による環境影響評価結果

次に、GHG 以外の環境影響も含めた評価を、LIME3 を用いて行いました。インドネシアでの LCA 実施において、これまでインベントリデータが十分に整理されていないことが課題でしたが、LIME3 はインドネシアを含む世界 193 か国の環境条件を反映させており、より現状に即した評価ができます。本調査では LIME3 での評価対象を、気候変動、水資源消費、土地利用、資源消費（化石燃料、鉱物資源）、廃棄物としました。

図 3～6 に示すとおり、4 つの保護対象（生物多様性、人間健康、一次生産、社会資産）それぞれの被害評価を行った結果、すべての保護対象において septic tank は浄化槽よりも環境影響が 2 倍以上大きい結果となりました。

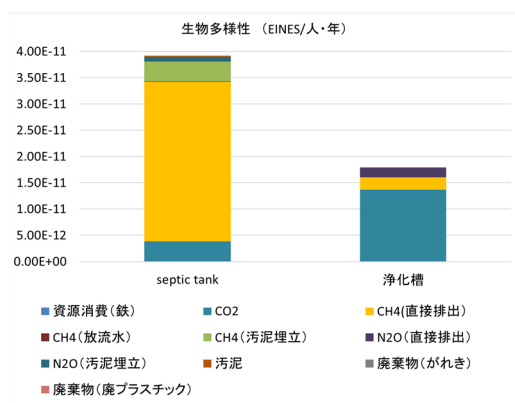


図3 被害評価結果（生物多様性）

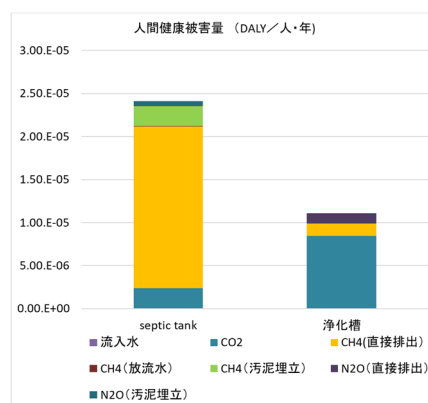


図4 被害評価結果（人間健康）

また生物多様性と人間健康においては、septic tank では運転時に排水処理過程で直接ガスとして排出される CH₄ がどちらにおいても全体の約 70% 以上を占めていました。一方、浄化槽では運転時のプロワの電力消費による CO₂ 排出が全体の約 50% 以上を占めました。

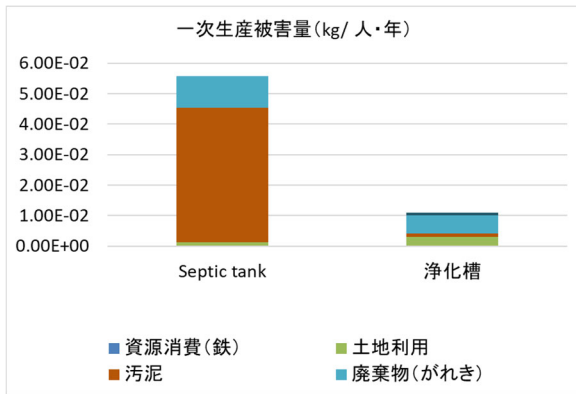


図5 被害評価結果（一次生産）

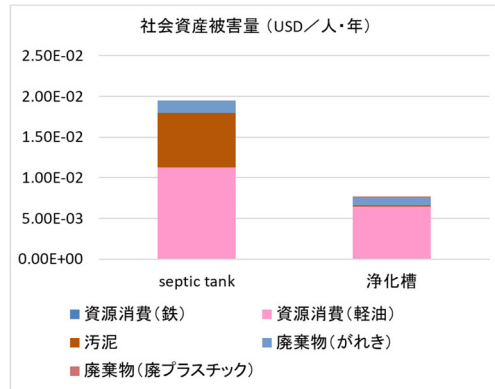


図6 被害評価結果（社会資産）

統合化の結果（図7、8）、septic tank のライフサイクル全体の環境影響は一人当たり年間 1.08 USD、浄化槽は年間 0.51USD となりました。それぞれの環境影響の主な要因は異なり、septic tank では運転時に直接排出されるCH₄（全体の約71%）、浄化槽では運転時のブロウ使用電力によるCO₂ 排出（約53%）が主な要因でした。保護対象別内訳をみると、どちらの対象設備においても人間健康と生物多様性の2つがほとんど全体を占め、人間健康が最も大きい結果となりました。

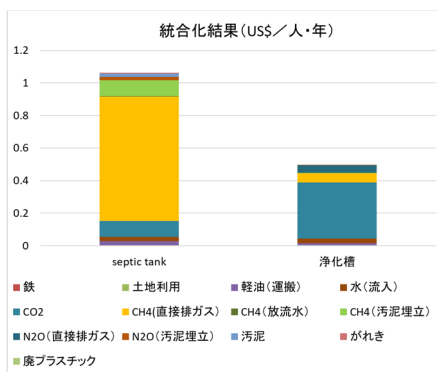


図7 統合化結果（物質別）

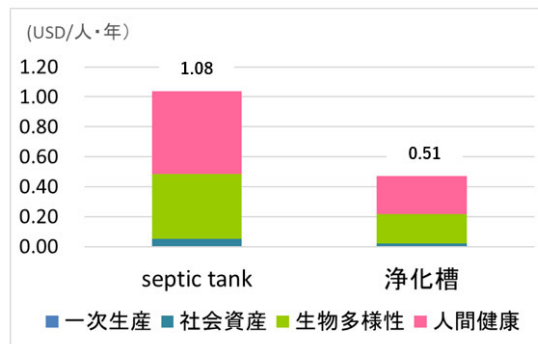


図8 統合化結果（保護対象別）

10. まとめ

本調査では、インドネシアの工場において生活系排水処理システムとして浄化槽を導入すると、従来式の septic tank に比べて環境影響を約 53%削減できるという結果になりました。なおどちらも運用時の環境影響が大半を占めていますが、その要因は異なり、septic tank では直接排出されるCH₄が全体の約70%、浄化槽では電力消費によるCO₂ 発生が約50%を占めていました。



【LCA 日本フォーラム奨励賞】

GHG 削減貢献量評価手法の確立および普及

日本 LCA 学会環境負荷削減貢献量評価手法研究会

主査 醍醐 市朗

1. はじめに

脱炭素に向けて、技術開発による環境負荷の削減が望まれます。省エネをはじめとする環境負荷の低減は、最終製品やサービスによって実践されるものの、最終製品の技術だけではなく、それに含まれる材料や部品による新技術が大きく貢献していることも多いのが実情です。この革新的技術による削減貢献量は、我が国の優れた環境技術を定量評価する上で重要であると考えられます。その一方、削減貢献量の評価手法は、各産業界、企業、自治体等にて独自に検討されてきており、それぞれに削減貢献量が評価されてきました。削減貢献量の評価は、主張する主体の意図とは異なり、その手法によっては主張自体がグリーンウォッシングと批判を受けることもあり得ます。そこで、本研究会では、産側のメンバーの評価したいこと、主張したいことを基としながら、学側メンバーの理論的サポートにより、グリーンウォッシングと批判を受けないための評価手法について議論を進めてきました。これにより、削減貢献量の評価や公表を希望する事業者が、批判を受けずに主張できる手法論を提供し、普及することを目的として活動してきました。

このような LCA に関連する手法の標準化は、従来日本では後手を踏んできており、多くの場合、欧州の合意に基づいた手法に従ってきていると言えます。削減貢献量の評価は、先述のように日本の産業界における強みであり、日本での標準化のモチベーションが高いと考えています。削減貢献量の評価に対する批判の一部は、欧州の研究者などの声でもあります。そのため、本研究会活動の1つの目的として、機会ごとに欧州をはじめとする世界的な LCA 研究者のネットワークを通じた議論をすることで、日本だけでなく、世界に向けても本手法を普及していくことにあります。

はじめに、日本 LCA 学会環境負荷削減貢献量評価手法研究会の経緯と現況を説明いたします。本研究会は、日本 LCA 学会の研究会活動として、主査：稲葉敦氏（当時：工学院大学、現：一般社団法人 日本 LCA 推進機構）のもと、2014 年に設立されました。その後 2020 年より主査を醍醐市朗（東京大学）、本下晶晴（産総研）として活動を続けています。現在の研究会メンバーを表 1 に示します。研究会メンバーである各事業者からは、引き続き本研究会を継続して欲しいとの声も高く、今も活発に活動しています。研究会は、ここまでの約 7 年間で 35 回開催しており、平均すると毎年 5 回、非常に熱心な議論が交わされ、産業界にとって有用なガイドラインが整備できていると考えています。

主査	醍醐 市朗 (東京大学)、本下 晶晴 (産業技術総合研究所)
幹事	内田 裕之 (みずほリサーチ&テクノロジーズ)、 鶴田祥一郎 (サステナブル経営推進機構)
メンバー	磯部真弓 (日産自動車)、稲葉敦 (日本 LCA 推進機構)、魚住隆太 (魚住サステナビリティ研究所)、大橋誠司 (大阪ガス)、北山未央 (日鉄総研)、木戸浦茂実 (パシフィックコンサルタンツ)、坂井敏彦 (日本鉱業協会)、佐々木秀樹 (パナソニック)、齋藤潔 (日本電機工業会)、橘ゆう子 (AGC)、田中陽子 (日鉄総研)、谷俊二 (日本鉱業協会)、中島昌子 (日鉄総研)、永山綾子 (アズビル)、野瀬大樹 (パシフィックコンサルタンツ)、東山信幸 (パナソニック)、増田昌彦 (日本経営士会)、松本希 (大阪ガス)、横山亮 (TDK)、袋井淳司 (大阪ガス)

表 1 研究会現体制表 (敬称略、五十音順)

2. 評価手法の確立

先述のように、最終製品ならびに材料や部品の新技術による環境負荷削減貢献量の評価手法は、様々な主体によって独自に検討されてきました。国内外の削減貢献量に関連するガイダンス等の違いについて、醍醐ら 1)のまとめたものを表 2 に示します。算定の目的に応じて、評価対象も違うことから、それぞれに適用する LCA アプローチや、算定式が異なることがわかります。多くの日本のガイダンス等は、製品を対象としたものとなっており、プロジェクトを対象としたものや、政策や取り組みを対象としたものとは、その特徴も異なることがわかります。

評価対象	製品	プロジェクト	政策や取組
ガイダンス等	-Mission Innovation (2020) 2) -経済産業省 (2018) 3) -日本 LCA 学会(2015) 4) -川崎市(2009) 5) -滋賀県(2013) 6)	-ISO14064-2 7) -GHG protocol for project accounting 8) - Clean development mechanism project standard 9)	-GHG Protocol Policy and Action Standard (WRI 2014) 10)
LCA の適用	Attributional LCA	ライフサイクル思考が必ずしも必須ではない	ライフサイクルを通じた影響の考慮も推奨される Consequential LCA
算定式	削減貢献量=[(ベースラインの排出量) - (削減効果を発揮する製品等の排出量)] × (寄与率) × (普及量)	[排出量削減量] = [ベースライン排出量] -[プロジェクト排出量]	[GHG 排出量変化量]= [政策シナリオ排出量]- [ベースラインシナリオ排出量]
特徴	部品や素材が評価対象である場合に寄与割合が必要である。 単位機能あたりの削減貢献量に乗じる普及量が必要である。	対象とするプロジェクトをよく定義し、それによる影響を網羅することが要求される。 クレジットの発行を目的としている。	排出も吸収も考慮し、増加することも想定しているため、引き算の前後が他と逆順になっている。

表 2 評価対象の違いによるさまざまなガイダンス等の違い 1)

本研究会では、材料業界、エネルギー業界、電気製品・機器業界、電気電子部品業界、コンサルティング業界など、多くの産業界からの参加者を得ており（表 1）、産業界のニーズに対して学側の知見に基づきグリーンウォッシングを回避する妥当な、製品やサービスを評価対象とする削減貢献量の評価手法について議論を進めました。2015年に「温室効果ガス排出削減貢献量算定ガイドライン」を策定し、日本 LCA 学会の名のもとに公表に至りました4)。本ガイドラインは、世界的にも先進的な取組みであったため、英語版「Guidelines for Assessing the Contribution of Products to Avoided Greenhouse Gas Emissions」も日本語版とともに公表しました。これらが、のちの2018年に経産省で策定されたガイドライン3)、同年に経団連から公表された事例紹介の冊子11)にも大きく貢献したと考えています。

ガイドラインでは、表2の製品を対象としたガイドラインの算定式にも記したように、削減貢献量を図1のように3つの要素の乗算によって導出することとしました。

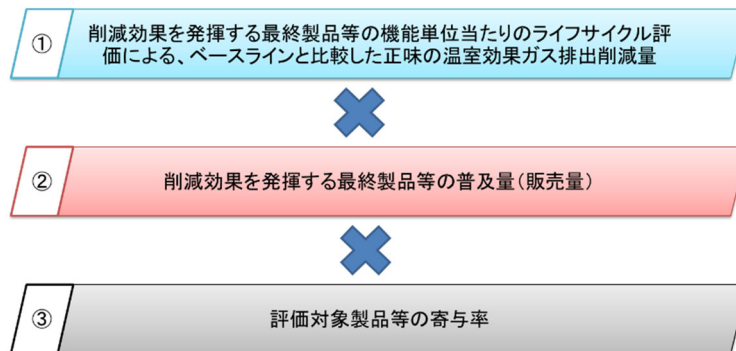


図1 削減貢献量の算定方法の概略図

ベースラインの設定においては、「評価対象製品がなかりせば」という前提のもと、評価対象製品が最終製品である場合と、削減効果を発揮する最終製品の部品である場合において、図2に示すように、それぞれ比較対象製品ならびに比較対象製品を組み込んだ最終製品をベースラインとすると整理しました。

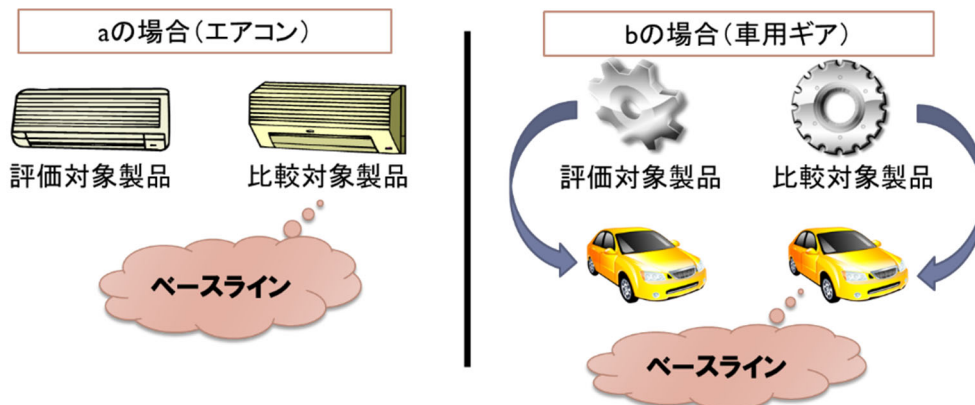


図2 ベースライン設定の概要図

産業界からのニーズに従って、簡易算定手法も提案しました 4)。例えば、図3のような製造プロセスがベースラインと同一である場合、そのプロセスについて、算定の省略が可能とすることで、算定の手間を省略することを提案しました。

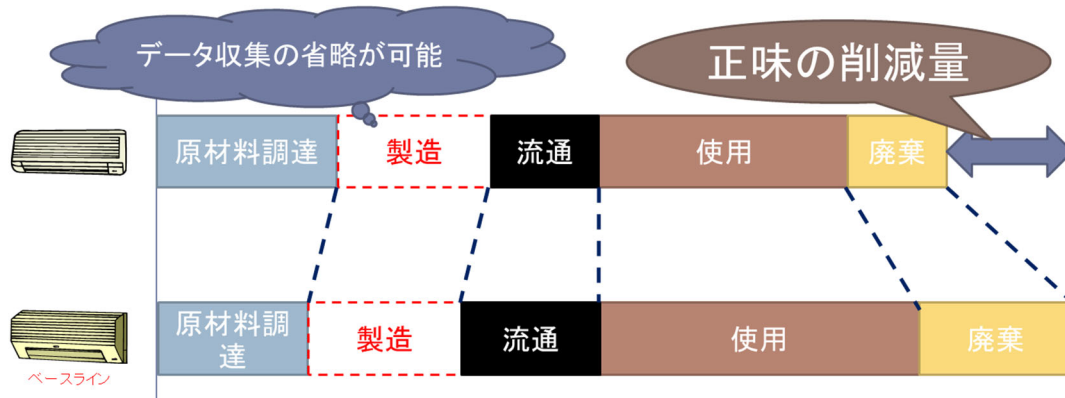


図3 簡易算定方法の概略図

我々の議論を始めたあとも並行で世界的にも議論が進んでおり、さまざまな主体が検討を進めて、一部は公表物も出版されています。それら国際的な議論は、今後の削減貢献量の評価結果の主張方法にとって、非常に重要であり、それらの国際的議論のキャッチアップとともに、それら議論の整理や解釈を行い、日本 LCA 学会誌に解説記事として公表しました 1)。

本研究会は、現在も、活発に議論を続けており、2015 年に策定したガイドラインも、2022 年 3 月に、適用対象を拡充した第二版が公表されます。さらには、近年のニーズに照らして、製品や部品だけではなく、組織全体での削減貢献量の評価が望まれています。そのため、組織の削減貢献量の評価手法のガイドラインも取りまとめているところです。これは、事業者によるニーズも高く、その手法ならびに開示方法についての論点も多く、講演会や討論会においても、議論を進めてきたところです。組織の削減貢献量の算定手法に関して、研究会でガイドラインとして取りまとめており、2022 年に公表する予定で進めています。期待しててください。

3. 評価手法の普及

加えて、本研究会では、毎年 2 月に講演会を実施し、例年 100 人以上の参加者を得て、好評をいただいております。本フォーラムにおいても、2021 年 7 月に総会セミナーを開催し、約 170 人の参加者を得て、盛会に終わりました。2022 年 2 月にも、日本 LCA 学会主催・LCA 日本フォーラム共催にて、「削減貢献量に関する講演会」をオンラインで実施し、250 人以上の方に聴講いただきました。なお、この講演会の様子は、日本 LCA 学会の第 18 巻 2 号に開催報告が掲載される予定ですので、是非、合わせてお読みいただければ幸いです。これらの取組みは、削減貢献量の公表を意図する事業者に対して、評価手法の普及に貢献してきたと考えています。今後も、引き続き、講演会等を企画する予定ですので、本稿をお読みの方々にも、是非ご参加いただければと存じます。

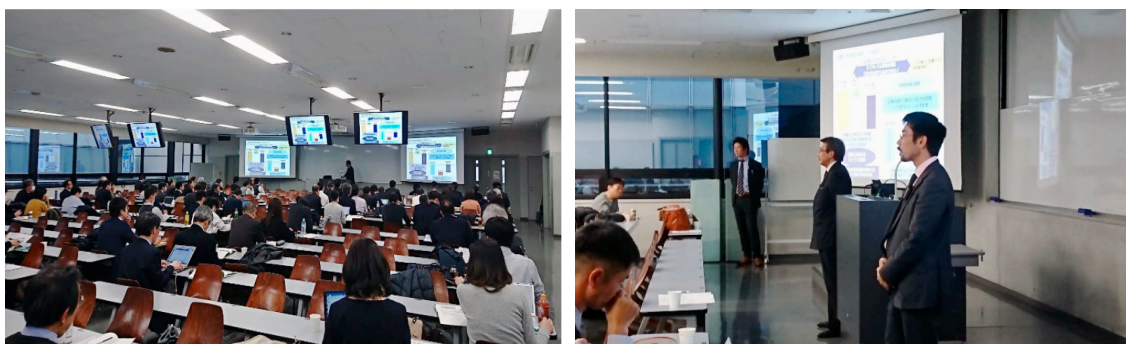


図5 2020年2月13日の講演会と討論会における会場の様子(左)と総合討論の様子(右)

参考文献

- 1) 醍醐市朗, 本下晶晴, 稲葉敦: 温室効果ガス排出削減貢献量評価に関連するガイダンス等とその特徴. 日本LCA学会誌 17 (2), 74-81.
- 2) Mission Innovation (2020): The Avoided Emissions Framework (AEF), Mission Innovation ホームページ, 入手先
[https://www.misolutionframework.net/pdf/Net-Zero_Innovation_Module_2-The_Avoided_Emissions_Framework_\(AEF\)-v2.pdf](https://www.misolutionframework.net/pdf/Net-Zero_Innovation_Module_2-The_Avoided_Emissions_Framework_(AEF)-v2.pdf), (参照 2020-12-20)
- 3) 経済産業省(2018): 温室効果ガス削減貢献量定量化ガイドライン, 経済産業省ホームページ, 入手先
<http://www.meti.go.jp/press/2017/03/20180330002/20180330002-1.pdf>, (参照 2019-01-15) / 同上(英文), 入手先
https://www.ilcaj.org/lcahp/doc/iLCAj_Guidelines_avoided_emissions_assessment_v1_1_english.pdf (参照 2018-02-18)
- 4) 日本LCA学会(2015): 温室効果ガス排出削減貢献量算定ガイドライン, 日本LCA学会ホームページ, <https://www.ilcaj.org/lcahp/guideline.php>, (参照 2019-01-15)
- 5) 川崎市(2009): 温室効果ガス削減に向けた川崎市の新たな取組—域外貢献量算定ガイドライン, 低CO2川崎ブランド等推進協議会事務ホームページ, 入手先
<http://www.k-co2brand.com/apply/file/2019/mechanismguidline.pdf>, (参照 2020-12-08)
- 6) 滋賀県(2013): 滋賀県製品等を通じた貢献量評価手法算定の手引き<解説編>, 滋賀県ホームページ, 入手先
<https://www.pref.shiga.lg.jp/file/attachment/47441.pdf>, (参照 2020-12-08)
- 7) ISO 14064-2:2006 Greenhouse gases — Part 2: Specification with guidance at the project level for quantification, monitoring and reporting of greenhouse gas emission reductions or removal enhancements
- 8) WRI & WBCSD (2006): The GHG protocol for project accounting, Greenhouse Gas Protocol ホームページ, 入手先
<https://ghgprotocol.org/standards/project-protocol>
https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/ghg_project_accounting.pdf, (参照 2020-12-15)
- 9) CDM-EB65-A05-STAN (2021): Standard “Clean development mechanism project standard” Version 02.1, CDM ホームページ, 入手先
https://cdm.unfccc.int/Reference/Standards/pp/pp_stan01.pdf, (参照 2020-12-15)

- 10) WRI (World Resource Institute) (2014): GHG Protocol Policy and Action Standard –An accounting and reporting standard for estimating the greenhouse gas effects of policies and actions, Greenhouse Gas Protocol ホームページ, 入手先 <<https://ghgprotocol.org/policy-and-action-standard> <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Policy%20and%20Action%20Standard.pdf> >, (参照 2020-12-08)
- 11) 経団連一般社団法人日本経済団体連合会 (2018): グローバル・バリューチェーンを通じた削減貢献, 一般社団法人日本経済団体連合会ホームページ, <<http://www.keidanren.or.jp/policy/vape/gvc2018.pdf>>, (参照 2019-01-15)

<投稿編集のご案内>

LCA日本フォーラムニュースレターでは、会員の方々のLCAに関連する活動報告を募集しています。活動のアピール、学会・国際会議等の参加報告、日頃LCAに思うことなどを事務局(lca-project@jemai.or.jp)までご投稿ください。

<発行 LCA 日本フォーラム>

一般社団法人 産業環境管理協会内

〒101-0044 東京都千代田区鍛冶町2-2-1

E-mail : lca-project@jemai.or.jp Tel: 03-6694-5381

URL: <http://lca-forum.org/>

(バックナンバーが上記URLからダウンロードできます)