

循環型社会の傾向分析と教育のための Eco-MCPS データベース

小棹 理子¹ 内海 太祐¹ 西本 右子² 篠原 嘉一³ 原田 幸明³

¹ 湘北短期大学総合ビジネス・情報学科・² 神奈川大学理学部・³ 物質材料研究機構

【抄録】

エコマテリアルと関連製品の Web データベースである Eco-MCPS の収録データとアクセスログのマイニングにより 2018 年 10 月から 2021 年 10 月の間の閲覧者の関心度分析を行った。その結果、閲覧者の関心が高かったのは「地球温暖化（気候変動）」、「リサイクル材料」、「易リサイクル」であった。これは中等教育における SDGs や環境教育の浸透の効果と思われる一方、フリーマーケットアプリの活用が一般化してリサイクルの場が増えたこと、アップサイクルの概念が広く知られるようになったことなどにより関心が著しく高くなったことが推察された。また、学生がエコ製品としてピックアップした製品には IoT 活用による自動ゴミ収集機が含まれるようになった。このように、ネットやスマホなどの ICT、さらには IoT が大きく関与してきたのがこの 2 年間の大きな特徴と言える。

【キーワード】

エコマテリアル、データベース、マイニング、IoT、環境教育

1. はじめに

「エコマテリアル」は、Environment Conscious の頭文字の E と Co、それに材料を意味する「マテリアル」を組み合わせた造語で、1992 年に日本で生まれた^[1]。「持続可能な開発 (sustainable development)」の概念が 1987 年に打ち出されて以来、「枯渇性資源への依存と廃棄物の累積を回避する」義務を果たすべく研究者・技術者が努力を続け、さまざまな材料技術が創出され、蓄積されて「エコマテリアル」の概念ができた^[2]。1993 年に発足したエコマテリアル研究会は、そのような材料技術の開発・研究が主目的であったが、2004 年には「エコマテリアル」の浸透を旨として社会

学的・法的な観点を取り入れ、「エコマテリアルフォーラム」へと発展的に改称した。そこで企業に分散蓄積された事例をまとめ、だれでもインターネット上で閲覧・利用することのできる Web データベースを構築することとなった^[3]。

Eco-M・C・P・S は、Eco-Material、Eco-Components、Eco-Products、Eco-Service の頭文字をとっている。エコマテリアル (Eco-M)、エコ部品 (Eco-C)、エコ製品 (Eco-P)、エコサービス (Eco-S) の製品データと環境性能を収録しており、エコマテリアルフォーラムのデータベース小委員会が主体となって、2006 年にデータベースの構築を行った。その後何度か改訂やシステム変更を行ったが 2021 年現在稼働しているのは Ver.7 である。

一般的な材料データベースは、印刷物だけではなく、Web上やCDなどで、また、オープン・クローズ、さまざまな形態で提供されている^[4]。しかし、本データベースでは、特性値や製造プロセス等だけではなく、環境性能を掲載しているところが特徴である。

エコ製品はエコマテリアルの利用により実現されているものが多い。そのような実例を集積したデータベースを「社会と環境」(湘北短期大学リベラルアーツセンター科目)、「応用環境化学」(神奈川大学理学部選択科目)等の授業で紹介し、学生自ら参照させることにより「環境配慮製品」を正しく理解する力を養うことを目指し、一定の成果を上げている^[5]。

その一方で、Webデータベースへのアクセスログ解析や収録されているデータのマイニングにより社会のエコ製品に対する関心度や動向を調査し、発表を行ってきた^[6]。とくに東日本大震災の前後で社会のエコ意識が変化したことの報告^[7]は反響を呼んだ。

Eco-MCPSも構築してから15年がたち、学会の組織変更等も行われたため、新しくWebサーバー

を移転した。一方で、COVID19 禍で社会状況が大きく変化し、またSDGs教育が活発化して様々な取り組みが広く流布されるようになり、学生の意識も大きく変わってきた。そこで、アクセスログを取得して分析を行った。あらたに得られた知見を報告する。

2. Eco-MCPSの概要

学会の組織変更に伴い、Eco-MCPSは2020年11月にhttp://eco-mcpsdb.sntt.or.jp/から、http://www.eco-mcps.org/db/に移転した。

トップページ (Fig.1) から検索できる内容と収録件数 () 内は下記のとおりである。

[製品分類—エコマテリアル] 金属 (59)、高分子 (77)、天然素材 (20)、発泡材料 (6)、無機材料 (30)、複合材料 (21)

[製品分類—エココンポーネント] 建築土木 (18)、電気製品 (36)、半導体・電子部品 (46)、機械部品 (15)、自動車構造部品 (31)、容器包装 (23)

[製品分類—エコプロダクツ] 家電・照明 (146)、



Fig.1 The top page



Fig.2 A list page



Fig.3 A product page

輸送機器・自動車 (20)、OA・IT機器 (76)、オフィス用品・仕器 (50)、衣料・繊維用品 (12)、家庭用日用品・住宅設備・屋外用品 (57)、土木・建築関係 (48)、各種機械・設備 (165)

【製品分類—エコサービス】 製品関連 (1)、リユース・リサイクル (4)、リース・レンタル・シェアリング (2)、委託請負 (3)、マネジメント (4)、エネルギー使用最適化 (0)

【その他】 その他 (77)

製品分類の「エコマテリアル」から「高分子」を選択すると、関連の製品の一覧が表示 (Fig.2) され、さらに個別製品の詳細が参照できる (Fig.3)。近年特徴的なのは、「その他」が増えたことである。サービスからさらにシステムのようなものに発展している。

【環境カテゴリ—環境負荷A】 地球温暖化 (512)、大気汚染 (122)、有害化学物質 (309)、廃棄物 (284)、資源消費 (363)

【環境カテゴリ—環境性能B】 易リサイクル性 (213)、長寿命化 (132)、省資源 (333)、高性能 (388)、省エネルギー (534)、環境浄化性 (166)、再生材料の利用 (186)

【環境カテゴリ—ライフサイクルC】 資源採取 (132)、材料・部品製造 (74)、設計・材料選択 (215)、製造 (119)、使用 (504)、廃棄 (233)

【キー検索】 白物家電、OA/IT機器 (含携帯電話)、自動車運輸、OA家具、アパレル/繊維製品、住宅設備/日曜製品、土木建築、産業機器、その他分類で共通項目を抽出し、その間で関連性の高いものをリンクさせている。例えば、「産業機器」を選択して、その中の「モーター」を選択すると、「電磁鋼板」が表示される。これは、「モーター」の環境性能が「電磁鋼板」により実現されていることを表すリンクである。

さらに、左側には新着情報や、検索頻度の高いものもランキング形式で表示されるようになっている。

3. 研究方法と結果

これまで実施してきた社会のエコ製品に対する関心度や動向の分析[8]と同様に本データベースへのアクセスログ解析や、収録されているデータのマイニングにより、研究を行った。

アクセスログの取得期間は次のとおりである。

- ①2018年7月~2020年9月 (2020年10月~2020年12月はサーバー移転のため休止)
- ②2021年1月 (「社会と環境」授業)
- ③2021年10月 (「応用環境化学」授業)

Fig. 4に全アクセス数とユニークPV (ページビュー) の推移を示す。この間の全アクセス数は498,765件である。全アクセス数とユニークPVに大きな差がないことから、閲覧者の滞在時間は短いと推察される。2019年12月に閲覧件数が高いのは、授業が重なったためと考えられる。

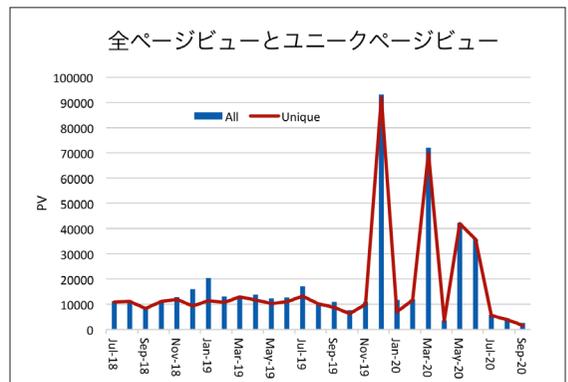


Fig. 4 2018年7月~2020年9月のアクセスログ (全ページビューとユニークページビュー)

3.1 閲覧者の関心度調査

閲覧者の関心度調査は従来方法^[8]によった。Fig.5は2018年7月~2021年10月の間のPV vs 収録データ数の散布図である。各分類に収録されているデータ件数とアクセスログのページ閲覧数 (PV) の比較によっている。PVとデータ件数は、データ

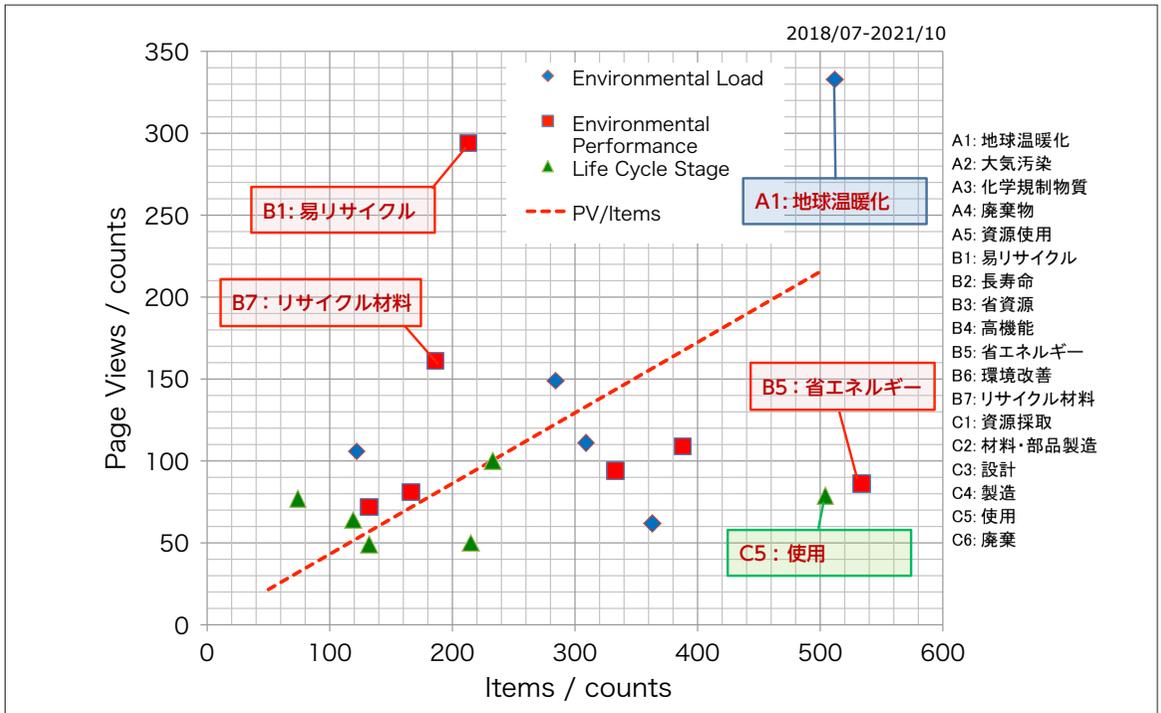


Fig.5 収録データ数に対するページ閲覧数 (PV) の関係 (2018年7月～2021年10月)

ベースの閉鎖に影響しないので、全期間を一括して比較している。点線の直線は、PVと収録データ数が比例すると仮定した場合の関係を表している。すなわち、A1～C6までの全PVをA1～C6までの収録データ数で除して $(2077/4819) = 0.43$ の傾きを求め、直線として表している。環境負荷である「地球温暖化 (A1)」、環境性能である「リサイクルのしやすさ (B1)」と「リサイクル材料の利用 (B7)」はこの直線よりも上側にあり、閲覧者の関心が高いことが推察できる。その一方で、2011～12年で注目された「省エネルギー (B5)」の関心が著しく落ちていくことがわかる。ちなみに、「使用 (C5)」はライフサイクルアセスメント (LCA) のステージに該当する。全般的にライフサイクルのステージに対する興味は全般的に低い。

3.2 教育への活用

湘北短期大学の「社会と環境」、神奈川大学の「応用環境化学」では、CSRとIoTの重要性を紹介する授業を行い、さらにLCA (ライフサイクルアセスメント) やマテリアルリユクサックなどの評価方法や、エコマテリアルフォーラム (以下EMF) が推奨する6つの観点など、多面的な観点があることを伝えて環境問題を考える必要があることを強調している。EMFでは、次の6つの観点のいずれか一つ以上に合致すればエコマテリアルであるとしている：①低環境負荷資源 (資源枯渇回避型)、②低環境負荷プロセス (エコ製造プロセス型)、③使用時の高生産性 (高性能・高機能型)、④環境影響物質管理 (有害物質フリー型)、⑤環境保全と浄化 (環境改善型)、⑥高リサイクル性 (リサイクル考慮型)。この観点を伝えた上でEco-MCPSのサ

イトを紹介し、「環境に優しい製品とは何か」を自ら検索し、考える時間（1-2コマ）を設けている。学生のとらえ方も12年前^[5]と大きく異なってきた。下記に学生の解答を示す。

- (1) ステンレスボトルは、エコスターのどの項目が優れている？（N=104）

Table 1 ステンレスボトルのエコスター評価

エコスターの評価 6項目		
低環境負荷資源	→ 資源枯渇回避型	72.1%
低環境負荷プロセス	→ エコ製造プロセス型	24.0%
使用時の高生産性	→ 高性能・高機能型	73.1%
環境影響物質管理	→ 有害物質フリー型	40.4%
環境保全と浄化	→ 環境改善型	58.7%
高リサイクル性	→ リサイクル考慮型	28.8%

Table1によると、ステンレスボトルは、旧来の魔法瓶と比較して軽量で保温ができる点が高性能・高機能と評価され、かつPETボトルを使わない資源枯渇回避の特徴が正しく評価されていることがわかる。

- (2) 脱臭剤に使われる活性炭は、エコスターのどの項目が優れている？（N=104）

Table 2 活性炭のエコスター評価

エコスターの評価 6項目		
低環境負荷資源	→ 資源枯渇回避型	21.2%
低環境負荷プロセス	→ エコ製造プロセス型	15.4%
使用時の高生産性	→ 高性能・高機能型	18.3%
環境影響物質管理	→ 有害物質フリー型	61.5%
環境保全と浄化	→ 環境改善型	71.2%
高リサイクル性	→ リサイクル考慮型	28.8%

Table2の結果から、環境改善型としての活性炭の役割が良く理解されていることがわかる。また、活性炭は木材を炭焼きして作製する天然素材であることから、有害物質を含まず廃棄しても安全であることも正しく評価されていることがわかる。

さらに、学生が優れたエコ製品だと評価した製品を紹介する。

- (1) 洗剤は多くの学生が選択した。とくにライオンや花王は独自のエコ基準を設定している。Table 3にライオン株式会社の「キレイキレイ」の例を示す。6項目すべてが評価されていることがわかる。

Table 3 エコ製品としての洗剤の学生評価

【製品名】 キレイキレイ薬用キッチン泡ハンドソープ/つめかえ用
 【企業名】 ライオン株式会社
 【製品概要】
 お料理時などのバイ菌・脂汚れ・ニオイをしっかりと落とす。きちんと殺菌。食材を扱う手肌をバイ菌から守る。泡で出るタイプのキッチン用ハンドソープ。
 ・ライオン エコ基準に則ったエコ商品

エコスターの評価 6項目		
低環境負荷資源	→ 資源枯渇回避型	◎
低環境負荷プロセス	→ エコ製造プロセス型	◎
使用時の高生産性	→ 高性能・高機能型	◎
環境影響物質管理	→ 有害物質フリー型	◎
環境保全と浄化	→ 環境改善型	◎
高リサイクル性	→ リサイクル考慮型	◎

- (2) バガスや有機材料（バイオ資源）の活用例
 プラスチック廃棄物を削減するために木材を使用している。飲料品メーカーだけでなく、電機メーカーも関連している点が新しい。製造プロセスやリサイクル性が評価されていないこともたいへん興味深い（Table4）

Table 4 ブラコップに木材を使用



【製品名】 森のタンブラー
 【企業名】 アサヒビール株式会社、パナソニック株式会社
 【製品概要】
 有機資源を高濃度に活用した飲料容器「森のタンブラー」を活用し、消費者行動におけるCO₂排出量およびプラスチック廃棄物の削減を推進し、飲料容器をリユースする文化を醸成することを共通の目的とした業務提携契約を締結。

エコスターの評価 6項目		
低環境負荷資源	→ 資源枯渇回避型	◎
低環境負荷プロセス	→ エコ製造プロセス型	
使用時の高生産性	→ 高性能・高機能型	◎
環境影響物質管理	→ 有害物質フリー型	◎
環境保全と浄化	→ 環境改善型	◎
高リサイクル性	→ リサイクル考慮型	

(3) バイオマスの活用 (Table 5)

【製品名】 エコフィード

【企業名】 バイオマスソリューションズ

【製品概要】

環境の「エコ (eco)」と飼料を意味する「フィード (feed)」を併せた用語。食品廃棄物を利用して製造された家畜用飼料である。ここで取り上げたバイオマスソリューションズでは、食品関連事業者から排出される加工残渣や、農産加工場で発生する規格外農産物などを原料としている。まさしくバイオからバイオへのリサイクルが実現されている。

Table 5 バイオマスの活用

品名	加工方法	利用用途	商品の特徴
ニンジン(規格外)	サイレージ化	牛用肥料	βカロテンが多い 水分が高い 嗜好性高い
チーズ(製造副産物)	破碎・成形・袋詰 破碎・乾燥	豚用飼料 ペットフード	タンパク質、脂質多い 嗜好性高い
廃脱脂粉乳	破碎・袋詰	豚用肥料、他	タンパク質多い 脂質少ない、水分少ない
カカオ殻	破碎	牛用肥料 牛用敷料	繊維質少ない 水分少ない
昆布残渣	破碎(乾燥)	豚用肥料 鶏舎敷料	ビタミン、ミネラル、 炭水化物多い
カボチャ種	破碎、搾油	牛用肥料	脂質多い
きのご商床	破碎・サイレージ化	牛用肥料	繊維質多い
パン・麺・米飯残渣	破碎・乾燥	豚用肥料	炭水化物多い

エコスターの評価 6項目		
低環境負荷資源	→ 資源枯渇回避型	◎
低環境負荷プロセス	→ エコ製造プロセス型	◎
使用時の高生産性	→ 高性能・高機能型	◎
環境影響物質管理	→ 有害物質フリー型	◎
環境保全と浄化	→ 環境改善型	◎
高リサイクル性	→ リサイクル考慮型	◎

(4) IoTの活用

【製品名】 SmaGO

【企業名】 FORCETEC[フォーステック]

【製品概要】

SmaGO (スマゴ) (Fig 6) はIoT化されたスマートリサイクルボックスである。これはゴミが溜まる(ゴミの容量に対して5~6杯分)と、自動圧縮されるため、ごみが溢れるのを防ぐことができる。

この自動圧縮の電力は、ゴミ箱に実装しているソーラー発電により賄われるため、自給自足が可



Fig. 6 設置された SmaGO

能となり、環境に優しい仕組みとなっている。また3G回線を通じてゴミの蓄積状況をクラウド上でリアルタイムに把握することも可能となっている。このSmaGOは、世界中ですでに導入されており、日本でも2020年10月8日から表参道沿いの歩道に34台設置された。

さらに、学生の関心度調査も3.1同様に実施した。

Table 6 SmaGO のエコスター評価

エコスターの評価 6項目		
低環境負荷資源	→ 資源枯渇回避型	◎
低環境負荷プロセス	→ エコ製造プロセス型	◎
使用時の高生産性	→ 高性能・高機能型	◎
環境影響物質管理	→ 有害物質フリー型	◎
環境保全と浄化	→ 環境改善型	◎
高リサイクル性	→ リサイクル考慮型	◎

その結果をFig7に示す。2021年11月から22年1月にかけて授業を行っているので、この間のアクセスデータはほぼ学生の意識を反映しているとみて良い。この間の全アクセス数は5,271件、ユニーク閲覧数は1,970件である。閲覧数が少ないため、PV/収録データ数=401/4,819=0.08となっている。一般同様、環境負荷である「地球温暖化 (A1)」と環境性能である「リサイクルのしやすさ (B1)」の関心度が高いが、「大気汚染 (A2)」が目玉されているのは直前の授業で大気の越境汚染をテーマとして取り上げたことが理由として考えられる。

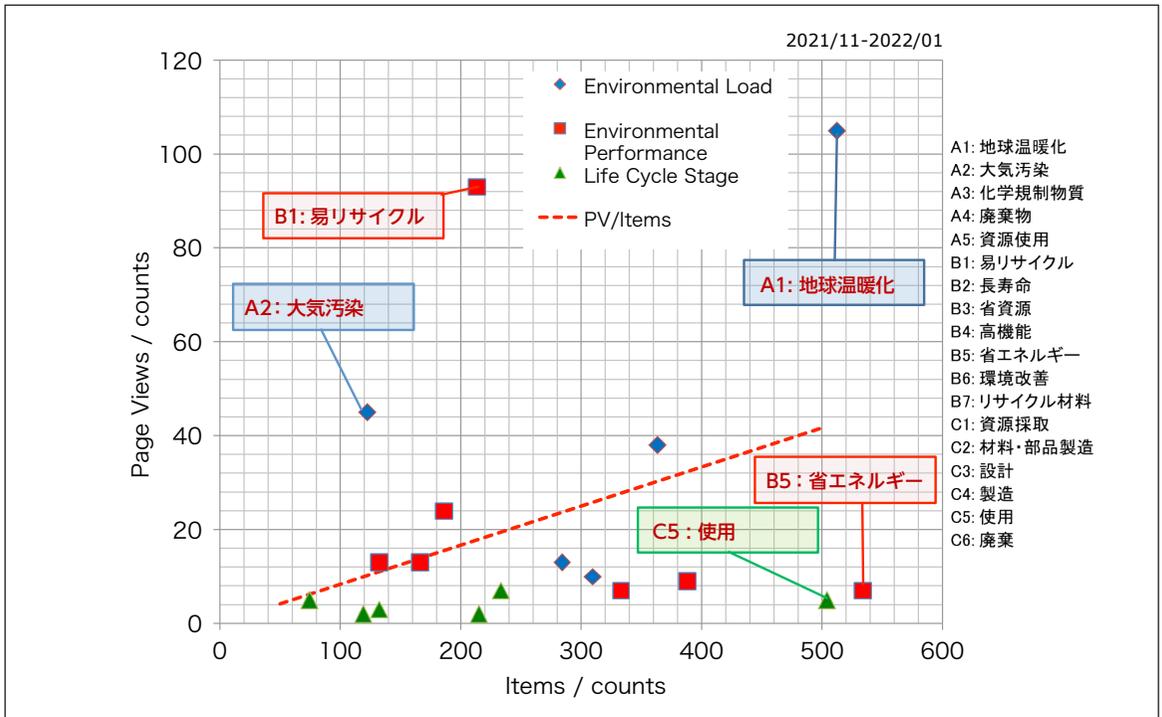


Fig.7 収録データ数に対するページ閲覧数 (PV) の関係 (2021 年 11 月 1 日～ 2022 年 1 月 31 日)

4. 考察

閲覧者やエコ製品の提供者（企業）の関心はその時の政治や社会経済の状況に左右され、それらに乖離が見られることも多い。たとえば2008年では、企業の関心は、「環境に配慮（考慮、やさしい）」など、抽象的に表現される「省エネルギー」と「省資源」であり、法・規制に適合した製品の提供に力が注がれたが、一般閲覧者の意識はよりわかりやすいキーワードである「地球温暖化（気候変動）」、「リサイクル」であった[4]。2009から2010年になると、企業の関心はより具体的に「環境の考慮・配慮」からエコを「実現・両立」させる方向へと進化し、「省エネルギーの製造プロセス重視」へと変化した。とくにこの間は政策として取られたエコポイント効果により「省エネ」や「高機能化」が進んだ[6]。

2018年~2021年は、閲覧者の関心は「地球温暖

化（気候変動）」、「リサイクル材料」、「易リサイクル」に向かった。一見すると2008年に戻ったかに思えるが、「リサイクルのしやすさ」が著しく高い点が異なる。なぜなら、製品のライフサイクルに関する知識が必要であるからである。高校までのSDGs教育が浸透し、リサイクルの理解が高まった一方、例えばメルカリなどのフリーマーケットアプリの活用が一般化してリサイクルの場が増えたこと、アップサイクルの概念が広く知られるようになったことなども大きな影響を与えていると考えられる。とくにコロナ禍で自宅待機時間が増加し、リサイクル思考が定着したことも一因と考えられる。このように、ネットやスマホなどのICT、さらにはIoTが大きく関与してきたのがこの2年間の大きな特徴と言える。このことは、学生がエコ製品としてピックアップした製品からも伺える。上述（4）のSmaGOはその良い例であり、IoTを活用しなければ実現できないエコである。

5. 結論

エコマテリアルと関連製品、部品、サービスのWebデータベースであるEco-MCPSの収録データのテキストマイニングとアクセスログのページのマイニングを行い、2018年7月~2021年10月の間の閲覧者の関心度調査を行った。その結果、「地球温暖化（気候変動）」、「リサイクル材料」、「易リサイクル」に強い関心が認められた。SDGs教育の浸透とコロナ禍で自宅待機時間にスマホやSNSなどのICTを活用したりリサイクル志向が高まった。この傾向は学生がエコ製品として着目したIoT活用製品からも読み取ることができた。

pp.142-150 (2014)

- [7] R. Ozao, T. Utsumi, T. Ishii, Y. Shinohara, K. Halada, "Environmental Consciousness in Japan after the Great East Japan Earthquake -Mining Analysis of Eco-MCPS, a Web database for Ecomaterials and Products",

引用文献

- [1] 原田幸明:「エコマテリアルとは」、土木学会誌89(12)、pp52-558 (2004) ; 原田幸明、山田勝利、井島清、添野良彦:「日本のエコマテリアルの現状」、日本金属学会誌 68 (11)、pp939-45 (2004)。
- [2] 北川正恭、山本良一 (共同座長):「サステナビリティの科学的基礎に関する調査報告書」、<http://www.sos2006.jp>
- [3] 小棹理子:「エコマテリアル・データベースの開発」工業材料54 (11)、pp62-68 (2006) .
- [4] R. Ozao, et al.: "Eco-MCPS: a Newly Developed Web-Based Database for Eco-Materials in Japan", Materials Transactions 48, pp3043-3049 (2007) ; H. Ishida, R. Ozao, T. Utsumi, Y. Shinohara, K. Halada, Y. Nishimoto,"Trends in Eco-materials and Products as Observed through Studies on a Web Database, Eco-MCPS", Trans. Mater. Res. Soc. Jpn., 34, pp249-252 (2009) .
- [5] 小棹理子、関裕太郎、石田英弥、内海太祐、篠原嘉一、原田幸明、西本右子:「環境材料教育のためのWebデータベース「Eco-MCPS」」,神奈川工科大学ITを活用した教育シンポジウム2009, pp.55-58.
- [6] 小棹理子:「エコマテリアル製品のWEBデータベース、ECO-MCPSの機能とその解析により見える社会の環境配慮意識の変化」,日本LCA学会誌10 (2) ,

Eco-MCPS Database, Tool for Trend Analysis and Education in Sustainability-focused Society

Riko OZAO, Taisuke UTSUMI, Yuko NISHIMOTO, Yoshikazu SHINOHARA, Kohmei HALADA

【abstract】

Eco-MCPS database is a web-based database system that includes environment-friendly materials, components, products, and services. The access log of Eco-MCPS and the text data compiled in the Eco-MCPS were subjected to data mining. The results showed that eco-products' environmental performances are realized by the use of environment-friendly components or materials. The page views, which represent the visitors' interest, were related with the frequently used term in the comments of Eco-MCPS to show the social consciousness on environment-friendly products. In the term of October 2018 to October 2020, people were strongly interested in global warming (climate change), use of recycled materials, and ease of recycling. In particular, the new environment-friendly products were strongly related to ICT and IoT.

【key words】

Database, Mining, Ecomaterial, IoT, Education