

マルチクライテリア評価へ向けたIDEAの拡張

田原 聖隆^{1*}・高田 亜佐子¹・藤井 千陽¹・村松 良二¹・横田 真輝¹・畑山 博樹¹

¹産業技術総合研究所 安全科学研究部門 社会とLCA研究グループ

(〒305-8569 茨城県つくば市小野川16-1)

*E-mail: k.tahara@aist.go.jp

昨今の環境影響領域の広がりに対応するため、インベントリデータベースIDEAでは従来よりも広範な分野で環境影響評価ができるよう各プロセスの入出力フローを見直した。IDEA v2とecoinvent v3の各プロセスデータを比較したり、IDEA v2とLIME2の対象物質を比較することによってIDEAに拡充すべき環境負荷物質を抽出した。文献及び統計調査から得た実測値及び排出係数を利用し、単位プロセスデータを作成した。地球温暖化、オゾン層破壊、水資源、土地利用の4つの環境影響評価ができるようにIDEAにそれらに関する物質の種類及び入出力量を拡充させた。拡充前と後のIDEAの比較比較、拡充後のIDEAとecoinvent v3の比較によって、拡充後のIDEAの各環境影響物質について充足度を検討した。

Key Words : LCA, global warming, ozone depletion, water resource, land use

1. はじめに

欧州委員会 (European Commission : EC) で議論、試行されている環境フットプリントでは、14 の環境影響領域の中から、製品群毎に数種の環境影響領域を抽出し評価を実施することになっている。インベントリデータベースとしては、どの製品群の評価にも対応するためには14 の環境影響領域すべての影響評価に対応すべくデータ整備を進めていかなければならない。また、昨今のLCAでも注目される環境影響領域の広がりに伴い、環境影響評価に供される環境負荷物質も多くの種類が要求されるようになっている。

我々はインベントリデータベース IDEA (Inventory Database for Environmental Analysis)¹⁾を作成し、version 1は既に産業環境管理協会の MilCA に搭載され公開されている。本研究では、IDEA version 2 (以下「IDEA v2」とする)で算定することのできる環境負荷物質の種類及び入出力量を拡充させることを目的として主に以下の2項目を実施する。IDEA v2で算定できる環境負荷物質と、他のデータベース(ecoinvent version 3 (以下「ecoinvent v3」とする)²⁾で算定できるそれらとを比較することによって、環境影響領域ごとに充足または不足している物質を検討する。そして、上記の結果を用いて不足している環境負荷物質をIDEA v2の単位プロセスデータに追加または更新する。

2. ecoinvent version 3及びLIME2を用いたIDEA v2への環境負荷物質の追加または更新の検討

IDEA v2は約 3,800 プロセスを格納し、農林水産業及び製造業で生産される全製品のプロセスデータを作成しているため、他のデータベースと比較し上記範囲の製品であればインベントリデータをユーザーに必ず提供できるという優位性がある。IDEA v2 以外のインベントリデータベースとしては、欧州では ecoinvent v3、Gabi³⁾などが開発され、米国で U.S. Life Cycle Inventory Database⁴⁾が開発されている。その中でも ecoinvent v3 は、世界最大級の約 4,000 プロセスを有しかつ入出力が明示されているので、IDEA v2 と ecoinvent v3 は各プロセスの入出力を比較検討することが可能である。比較検討するためには、IDEA v2 及び ecoinvent v3 のプロセス及び入出力項目である環境負荷物質を対応させる必要がある。しかし IDEA v2 と ecoinvent v3 の各プロセス名及び各環境負荷物質名は異なることがあり、名称のみを用いて両者を対応させることは難しい。そのため IDEA v2 が有している製品の同義語情報を利用してプロセスの対応関係を確認し、化学物質については CAS 登録番号を利用し対応関係を確認する。さらに上記方法で一致させたプロセスについてその範囲を各データベースに格納されている文書で確認することによって、確実に対応しているかを検討した。IDEA v2 と ecoinvent v3 に格納されている入出力フローのうち環境

影響評価に供する環境負荷物質を照合する。両データベースのプロセスと環境負荷物質を照合できたら、一致させたプロセスに入出力される環境負荷物質の種類及び流量を比較する。IDEA v2 及び ecoinvent v3 の各データベースに格納されているプロセスデータから入出力される環境負荷物質の種類を比較すると、地球温暖化物質のうち HFCs、PFCs、SF₆ は IDEA v2 が 5 種類 (HCFC-141b、HFC-134a、SF₆、PFC-14、HFC-245fa)、ecoinvent v3 が 61 種類であり、オゾン層破壊物質は IDEA v2 が 4 種類 (HCFC-141b、CFC-11、CFC-12、HCFC-22)、ecoinvent v3 が 82 種類だった。水資源は IDEA v2 が 19 種類 (資源、表層水、水圏、取水、資源、海水、水圏、取水、資源、地下水、水圏、取水等)、ecoinvent v3 が 36 種類だった。土地利用は IDEA v2 が 77 種類 (資源、森林、土地利用、土地占有、資源、道路建設、土地利用、土地改変、資源、森林→田、土地利用、土地改変等)、ecoinvent v3 が 134 種類だった。IDEA に格納されている地球温暖化物質及びオゾン層破壊物質は ecoinvent v3 にも格納されていた。両データベースに共通するプロセスごとに環境負荷物質の種類及び入出力量を比較し、例えば ecoinvent v3 で確認できたが IDEA v2 では確認できなかった環境負荷物質については排出経路の確認等をして IDEA v2 へ導入すべき環境負荷物質を検討した。

環境影響評価手法の一つである LIME2 (Life cycle Impact assessment Method based on Endpoint modeling) ⁹⁾ は、影響領域ごとに環境負荷物質を設定しており地球温暖化で 63 物質、オゾン層破壊で 94 物質、土地利用で 77 種類が存在し、水資源は存在しない。LIME2 の対象環境負荷物質を IDEA の単位プロセスデータとして導入していれば、LIME2 による環境影響評価を実施することができるため、LIME2 の対象環境負荷物質が IDEA v2 で導入されているかを確認した。ただし、LIME2 で設定されているすべての環境負荷物質を IDEA v2 が満たす必要はない。なぜなら、IDEA v2 は日本における 2010 年時点の技術を前提にしているため、当該製造方法では環境負荷物質が排出されなかったり、環境負荷物質の回収技術を導入していることが考えられるからである。上記事情を考慮しつつ IDEA v2 へ導入すべき温室効果ガス及びオゾン層破壊物質を抽出した。土地利用は LIME にしたがった項目を導入することにした。資源は LIME になかった。

3. IDEA の環境負荷物質の拡充方法

(1) 地球温暖化

上記の 2 より IDEA v2 に代替フロン由来の地球温暖化物質を追加する必要があることがわかった。代替フロン由来の地球温暖化物質の排出源となっているプロセスは、インベントリオフィス報告書 ⁶⁾ や経済産業省審議会の資

料 ⁷⁾ をもとに特定した。まず排出源を IDEA に格納されているプロセスと対応させる。排出源が IDEA のプロセスと 1 対 1 で対応している場合は問題ないが、複数の排出源がプロセスと対応している場合は、排出源を統合し IDEA に格納されているプロセスに対応させる必要がある。例えば、排出源として店舗用エアコン、ビル用エアコン、設備用エアコンのそれぞれの排出量がわかっているが、IDEA では上記 3 種類のエアコンを統合したエアコンディショナ (ウィンド形、セパレート形を除く) の製造プロセスを対象としているので、上記 3 種類のエアコンを統合した。次に対応させた IDEA に格納されたプロセスごとに入出力量を算定する。排出源ごとの製品 1 単位当たりの排出量の算定方法には、実測や物質収支によって報告している排出量を利用する方法、文献 ⁸⁾ の排出係数を利用する方法がある。実測や物質収支を利用する方法は排出量の調査範囲と同じ範囲から出力される製品の生産量を調査し、前者を後者で除することによって算定できる。既存の排出係数を利用する方法は排出係数の作成方法を確認し実際の工程を反映しているかを確認する必要がある。

(2) オゾン層破壊

オゾン層破壊物質を排出している事業所及びその年間排出量を得るため、化学物質排出移動量届出制度 (Pollutant Release and Transfer Register : PRTR) ⁹⁾ を利用する。PRTR とは、有害化学物質を製造・使用している事業所の環境中への排出量及び事業所外への移動量を調査し公表する仕組みのことである。PRTR の対象有害化学物質にはオゾン層破壊物質が 21 物質含まれ、一定規模以上の事業所は年間排出量・移動量を届け出る義務があり、届出対象外の事業所からの年間排出量・移動量は国が推計している。平成 22 年度の PRTR の届出事業所でオゾン層破壊物質を排出している 3,467 事業所のうち製造業に属しかつ従業員 4 人以上の事業所については、平成 22 年工業統計表 ⁹⁾ の調査対象にも該当するので、工業統計調査票 ¹⁰⁾ で当該事業所が製造している製品を確認することによって、排出源の候補を選定する。排出源の候補が複数ある場合は、PRTR 排出量等算出マニュアル ¹¹⁾ でオゾン層破壊物質の排出経路及び排出量算定方法を確認することで、排出源を特定する。複数の排出源から同じ種類のオゾン層破壊物質が排出されると判断する場合は、各製品の出荷数量または出荷金額で排出量を各排出源に割り当てる。工業統計調査票から対象プロセスから出力される製品の出荷数量または出荷額を得る。プロセス別のオゾン層破壊物質排出量を製品の出荷量または出荷額で除することによって製品の出荷数量 1 単位当たりのオゾン層破壊物質排出量または出荷額 1 円当たりのオゾン

層破壊物質排出量を求め単位プロセスから排出させる。

(3) 水資源

IDEA では、WFP ネットワークや ISO が提唱するウォーターフットプリントの概念を考慮しつつ、取水量、取水された水の用途として単位プロセス内で消費される消費量、使用され再び水系に戻る利用量を水源別（表層水と地下水および雨水）に各単位プロセスデータに入力した。また、我が国では海水の取水量も統計で把握されているため、海水も対象とした。なお、IDEA では、窒素及びリンの水域への排出を環境負荷として考慮していることから、グレーウォーターは対象外とした。対象プロセスには、水源別に「取水量＝利用量＋消費量」となるように入力している。なお、雨水や地下水は、水源に戻ることはないが、それぞれの利用水として扱っている。また、水資源を用いる場合、直接河川や地下水から取水するのではなく、水道業を通して用いる場合がある。また直接河川に放水するのではなく排水処理業を経由する場合がある。そのため、IDEA では単位プロセスへの水資源は、図-1 に示すように基本フローのみではなく水資源に関係する中間フローである水道業、排水処理業も含めた水量のバランス「取水量+水道水量=消費水量+利用水量+排水処理量」を確保しながら作成している。水量のバランスを確保することにより、各単位プロセスを遡及計算した場合に、基本フローの水資源量の把握が可能となる。また水資源消費のうち植物からの蒸散は、他の水資源の消費と区別している。

単位プロセスデータが参照する文献に水資源情報がある場合を除き、統計データ等を用いて水資源入力を作成した。IDEA 分類毎の主な水資源入力に用いた主な情報源および作成方法の概要を表 1 に示した。

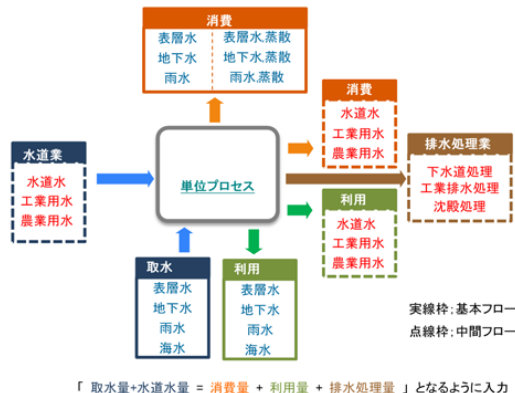


図-1 単位プロセスデータへの水資源の扱い方

表-1 水資源入力に用いた主な情報源および作成方法の概要

産業	情報源	作成方法
農作物	平成 22 年産作物統計 ¹²⁾ 、モデル結合型作物気象データベース ¹³⁾ 、平成 3～19 年農業経営統計 ¹⁴⁾	育時に必要な水資源として雨水と灌漑用水（農業用水）を気象データおよび作付面積等の統計を用いて入力し、消費水として蒸散量を FAO 基準蒸発散量を用いた推算方法により算出し入力した。取水と消費水の差分は利用水として入力した。また生育時以外の水資源入力は、平成 3～19 年農業経営統計 ¹⁴⁾ を用いて算出した。
畜産物	畜産物生産費統計 ¹⁵⁾	飼育に必要な飲料用水を取水量とし算出し、同量を消費水として入力した。飲料用水は小林ら ¹⁶⁾ の算出方法を参考に算出した。
林業	森林・林業統計要覧 2011(林野庁, 2011)	農作物と同様に取水として生育時の雨水を入力し、消費量として蒸散量を入力し、差分を利用量とした。また、灌漑用水はゼロとした。
製造業	平成 22 年工業統計調査票 ¹⁰⁾	事業所別の水源別と用途別の使用量を用いて算出した。
その他	環境報告書、平成 17 年産業連関表（総務省, 2009）、日本の水資源(国土交通, 2012)等	

(4) 土地利用

IDEA では LIME2⁹⁾の土地分類を参照し、図-2 に示すように土地を分類し土地占有および土地改変を入力した。各単位プロセスの土地利用（土地占有と土地改変）入力は、統計データや文献等より作成した。IDEA 分類（2桁または3桁）毎に用いた主な情報源および作成方法の概要を表-2に示す。

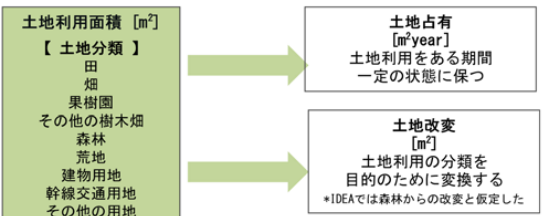


図-2 IDEAにおける土地利用の概念

表-2 主な情報源および作成方法の概要

産業	主な情報源	作成方法
農作物	平成 22 年産作物統計 ¹²⁾	田畑作物における単位[kg]当たりの土地占有は、作付面積[m²]を 1 年間あたりの収穫量[kg/year]で除することによって算出した。分類は、玄米は「田」、畑作物は「畑地」、果樹類は「果樹園」
畜産物	平成 22 年度畜産物生産費統計 ¹⁵⁾	土地占有は、畜産用地[m²]/(1 年あたりの販売頭数[頭]×1 頭あたり生体重もしくは生乳[kg/頭])として算出した。分類は「その他の用地」

林業	平成 22 年森林・林業統計要覧 ¹⁷⁾	土地占有入力は、立木伐採面積[m ² /year]を生産量[m ³ /year]で除して、伐期齢[year]を乗じて算出した。伐期齢は、すぎ 40 年、ひのき 45 年、まつ 35 年と仮定した。分類は「その他樹木畑」
鉱業	LIME2 ⁵⁾	LIME2 の「資源消費」の特性化係数算出に用いられている「改変面積」を参考に算出した。土地改変の分類は、「土石探掘」とし、土地占有はなしとした。
製造業	平成 22 年工業統計調査票 ¹⁰⁾	事業所別用地データの「敷地面積」を参考にして算出した。土地占有の分類は、対象が製造業であることから「建物用地」とした。
鉄道業	鉄道統計年報 ²⁰⁾	土地建物面積表(「路線用地」と「停車場用地」および「その他の面積」)をもとに土地利用面積を算出し、土地利用の分類は、「路線用地」および「その他の面積」を「幹線交通用地」とし、「停車場用地」を「建物用地」とした。
道路運送業	道路統計年報 ²¹⁾ 、自動車輸送統計調査 ²²⁾	道路の現況をもとに車道面積を土地利用面積として算出し、土地利用の分類は「幹線交通用地」とした。
卸売業～再生資源中間処理業	エネルギー経済統計要覧 2013 ²³⁾ 、平成 19 年商業統計表 ²⁴⁾	平成 19 年の「卸売業と小売業の合計」の延べ床面積[m ²]及び「百貨店・総合スーパー」の延べ床面積[m ²]を引用した。
廃棄物処理業	LIME2 ⁵⁾	LIME2 の「資源消費」および「廃棄物」の特性化係数算出に用いられている「改変面積」、「かさ密度」等を参考に土地利用入力を算出した。
その他	環境報告書、等	

3. 結果及び考察

(1) 地球温暖化

文献⁶⁾及び文献⁷⁾の資料をもとに地球温暖化物質の排出源を確認したところ、金属の製造プロセス、ハロゲン元素を含む炭素化合物及び六フッ化硫黄の製造プロセス、上記炭素化合物及び六フッ化硫黄を投入する製品の製造プロセスがあり、これらのプロセスの入出力を確認した。上記以外の排出源として製品の使用段階や廃棄段階もあるが、IDEA v2 の各プロセスの範囲は製造事業所出荷までであるため、今回は考慮しなかった。地球温暖化物質の排出源ごとに製品 1 単位当たりの排出量を算定するために、アルミニウムの製造時に排出される PFC-14 及び PFC-116 は 1996 年改訂 IPCC ガイドライン²⁵⁾の式に基づいて算出された日本のアルミニウム製造 1 kg 当たりの PFC-14 及び PFC-116 の排出係数を利用した。HFCs、PFCs、SF₆の製造時に漏出される温室効果ガスは各製造プラントで実測されているので、それらを利用した。エアゾール由来の温室効果ガスは「生産工程で投入された量」と「製品に充てんされた量」を実測しているため、前者から後者を除いた量を漏えい量とした。

IDEA v2 への環境負荷物質導入結果の一例として、業務用エアコン、家庭用エアコン及び自動販売機への代替フロン由来の地球温暖化物質の導入結果を示す。上記 3

製品における地球温暖化物質の排出源として機器に冷媒を充填する際の漏えい由来及び冷媒を製造する際の漏えい由来を特定した。前者に関するプロセスデータを 3 製品の各製造プロセスに追加し、後者に関するプロセスデータを冷媒製造プロセスに追加した。ライフサイクルインベントリ分析後に地球温暖化について環境影響評価を実施し、結果を図-3 に示す。特性化係数は IPCC 第 2 次評価報告書²⁶⁾の GWP100 年値を用いた。環境負荷物質の導入によって家庭用エアコンの地球温暖化影響は IDEA v2 の 1.40 倍になり、プロセスによっては環境影響評価の結果に大きな影響を及ぼすことがわかった。IDEA の 31 プロセスに 13 種類の地球温暖化物質 (HFCs、PFCs、SF₆) を 41 フロー格納することができた。

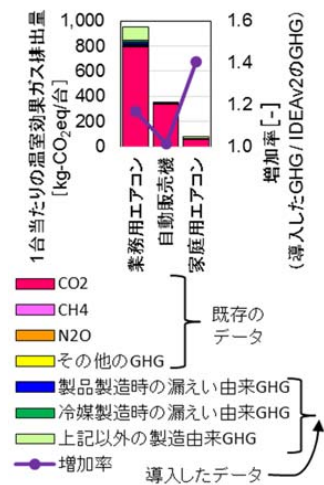


図-3 地球温暖化物質を追加した結果

(2) オゾン層破壊物質

製造業に属しかつ従業員 4 人以上の事業所を PRTR と工業統計とで照合し、PRTR の事業所別物質別排出量を、工業統計の事業所別品目別出荷数量（または出荷額）で除することによって、製品生産量当たりのオゾン層破壊物質排出量を算定した。IDEA の 338 プロセスに 14 種類のオゾン層破壊物質を 338 フロー導入することができた。

(3) 水資源

水資源は 2,647 プロセスに基本フロー及び中間フロー合わせて 22,951 フロー導入できた。ただし、輸送プロセス及び燃焼プロセスには水資源を導入しなかった。輸送プロセスは、当該輸送手段が移動している時をプロセスの範囲に設定したので、移動時に入力される水資源は少ないと判断し水資源を導入しなかった。産業界では投入した燃料を物量ではなく燃焼エネルギーで記載している

ため、それに合わせて IDEA では燃焼エネルギーを出力とした燃焼プロセスを作成した。燃焼プロセスの単位プロセスデータは燃焼エネルギー 1MJ に相当する燃料が投入され、燃焼時のエネルギー 1MJ と燃焼に伴う排出物が出力されているため水資源は導入しなかった。

(4) 土地利用

土地利用は 2,498 プロセスに 5,229 フロー導入できた。ただし、漁業、建築業、土木業の製品製造プロセス及び燃焼プロセスには土地利用を導入しなかった。漁業における土地利用としては漁港等が考えられるが、その面積を把握するのが難しく環境影響は大きくないと考えられることから土地利用を導入しなかった。建築業は、建物によって容積率（建築物の延床面積の敷地面積に対する割合）が大きく異なり、土地利用（床面積あたりの敷地面積）を算出することは困難である。そのため、各単位プロセスデータセットに土地利用を導入しなかった。しかし建築業の単位プロセスデータを使用する際には、目的に応じて土地利用を入力する必要がある。土木業では、同じ IDEA 製品コードの中でも工事作業によって、土地利用（工事金額あたりの敷地面積）は大きく異なり、代表値の算出は困難である。そのため、各単位プロセスデータセットに土地利用を入力していない。しかし単位プロセスデータセットを使用する際には、目的に応じて土地利用を入力する必要がある。燃焼プロセスも水資源を導入しなかった理由と同様の理由により土地利用を導入しなかった。IDEA に格納されている土地利用の妥当性を確認するため、各プロセスの土地利用に生産量を乗じたときの面積と、日本の国土利用²⁹⁾の状況を比較した。日本全体の土地利用面積 IDEA 製品の生産量を合計し、それが日本の面積を超えないことを確認した。

4. まとめ

IDEA v2 に格納されたプロセスデータから算定した環境負荷物質を他のインベントリデータベース及び LIME2 と比較することによって、IDEA v2 に導入すべき環境負荷物質を抽出した。IDEA v2 のプロセスデータを追加または更新することによって、地球温暖化物質 13 種類（CO₂、CH₄、N₂O を加えると 16 種類）、オゾン層破壊物質 14 種類、水資源 19 種類、土地利用 77 種類のプロセスデータを算定できるようになり、プロセスによってはそれらの導入によって環境影響が大きく増加することがわかった。

データを拡充した IDEA と ecoinvent v3 の単位プロセスデータを比較したところ、IDEA では HFCs の製造工程から製品 1kg 当たり 0.00336kg-CO₂e の HFCs を排出してい

た。一方、ecoinvent v3 に格納されている「Refrigerant R134a(RER)の製造プロセス」からは HCFC123 が 0.77 kg-CO₂e/kg、CFC113 が 61.3 kg-CO₂e/kg、HCFC134a が 247 kg-CO₂e/kg が排出されている。両者を比較すると、IDEA は 2010 年を基準年としているが、ecoinvent v3 は 1999 年から 2014 年をデータ期間としているという違いや製造している製品の違いがあり、IDEA に拡充した単位プロセスデータが ecoinvent v3 と異なっている場合はその理由を分析し、両データベースの差異の原因を究明していく必要がある。日本ではモントリオール議定書附属書 C²⁸⁾ に属する HCFC 以外のオゾン層破壊物質は原則生産が全廃されているため、IDEA では全廃された物質についてはどのプロセスからも排出されていない。しかし、事業者が気付かぬうちに排出（あるいは漏出）されている恐れもあり、その場合は IDEA の単位プロセスデータは実際のオゾン層破壊物質排出量よりも過小評価になっている可能性がある。

謝辞：本研究は国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）の「科学技術イノベーション政策のための科学研究開発プロジェクト：RISTEX」の支援によって行われた。

参考文献

- 1) 独立行政法人産業技術総合研究所、一般社団法人産業環境管理協会：IDEA（Inventory Database for Environmental Analysis）、2010。
- 2) Swiss Centre for Life Cycle Inventories：ecoinvent version 3, <http://www.ecoinvent.org/database/>（2015 年 1 月 6 日閲覧）
- 3) ILCD：ELCD, <http://eplca.jrc.ec.europa.eu/ELCD3/>（2015 年 1 月 6 日閲覧）
- 4) National Renewable Energy Laboratory：U.S. Life Cycle Inventory Database, <http://www.nrel.gov/lci/>（2015 年 1 月 6 日閲覧）
- 5) 伊坪徳宏、稲葉敦：LIME2 意思決定を支援する環境影響評価手法、社団法人産業環境管理協会、2010。
- 6) 温室効果ガスインベントリオフィス編：日本国温室効果ガスインベントリ報告書 2012 年 4 月、独立行政法人国立環境研究所、2012。
- 7) 経済産業省：産業構造審議会化学・バイオ部会地球温暖化防止対策小委員会資料, http://www.meti.go.jp/committee/gizi_1/17.html（2015 年 1 月 6 日閲覧）
- 8) 環境省 経済産業省：個別事業所のデータ, <http://www.env.go.jp/chemi/ptr/kajji/index.html>（2015 年 1 月 6 日閲覧）
- 9) 経済産業省 大臣官房調査統計グループ：平成 22 年工業統計表 品目編、一般財団法人経済産業調査会、2012。
- 10) 経済産業省 経済産業政策局 調査統計部：平成 22 年工業

- 調査票甲・乙, 2010.
- 11) 経済産業省・環境省: PRTR 排出量等算出マニュアル第 4.1 版, 2011. <http://www.env.go.jp/chemi/prtr/notification/calc.html> (2015 年 8 月 28 日閲覧)
 - 12) 農林水産省: 平成 22 年産作物統計, e-Stat, <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001081820> (2014 年 5 月 1 日閲覧)
 - 13) 国立研究開発法人農業環境技術研究所: モデル結合型作物気象データベース, 農業環境技術研究所, <http://metecrop.dc.affrc.go.jp> (2012 年 8 月 23 日閲覧)
 - 14) 農林水産省: 平成 3 年-平成 19 年作物統計, 財団法人農林統計協会, 1991-2007.
 - 15) 農林水産省: 平成 22 年畜産物生産費統計, http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/noukei/seisanhi_tikusan/index.html (2014 年 5 月 1 日閲覧)
 - 16) 小林由典, 親里直彦: 日本 LCA 学会誌, 4 (4), pp359-366, 2008.
 - 17) 林野庁: 森林・林業統計要覧 2010, http://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/toukei/youran_mokuji.html (2013 年 8 月 13 日閲覧)
 - 18) 総務省: 平成 17 年 (2005 年) 産業連関表, e-Stat, <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?bid=000001019588&cycode=0> (2014 年 6 月 18 日閲覧)
 - 19) 国土交通省: 平成 24 年版日本の水資源について, <http://www.mlit.go.jp/tochimizushigen/mizsei/hakusyo/H24/index.html> (2012 年 8 月 21 日閲覧)
 - 20) 国土交通省: 鉄道輸送統計調査年報平成 22 年度分, <http://www.mlit.go.jp/k-toukei/search/excelhtml/10/10201000a00000.html> (2015 年 6 月 3 日閲覧)
 - 21) 国土交通省: 道路統計年報 2010 道路の現況, <http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-data/tokei-nen/2010tokei-nen.html> (2014 年 12 月 22 日閲覧)
 - 22) 国土交通省: 自動車輸送統計, 月報平成 21 年 10 月～平成 22 年 9 月分, 2010.
 - 23) 一般財団法人日本エネルギー経済研究所 計量分析ユニット: "(7)業務部門業種別延床面積", エネルギー・経済統計要覧 2013, 一般財団法人省エネルギーセンター, 122-123 頁, 2013.
 - 24) 経済産業省 経済産業政策局 調査統計部 編: 平成 19 年商業統計表, 社団法人 経済産業統計協会, 2009.
 - 25) IPCC: Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs1.html> (2014 年 12 月 15 日閲覧)
 - 26) IPCC: IPCC Second Assessment Climate Change 1995, 1995.
 - 27) 国土交通省: 平成 22 年度版土地白書土地利用の概況, <http://www.wpl.mlit.go.jp/hakusyo/> (2015 年 8 月 10 日閲覧)
 - 28) UNEP: The Montreal Protocol, <http://ozone.unep.org/en/handbook-montreal-protocol-substances-deplete-ozone-layer/4> (2015 年 8 月 28 日閲覧)

(2015. 7. 16 受付)

Expansion of IDEA to multi criteria evaluation

Kiyotaka TAHARA, Asako TAKADA, Chiharu FUJII, Ryouji MURAMATSU, Maki YOKOTA and Hiroki HATAYAMA

According to the recent trend in executing multi-criteria analysis, the variety of environmental substances needed for impact assessments are also increasing. Therefore inventory database developers need to confirm the existence of elementary flows and substances related to these impact areas with all unit processes included in their database. We have expanded the variety of environmental substances tracked with IDEA (Inventory Database for Environmental Analysis) Version 2 so that a wider range of impact areas can be assessed.