

## 持続可能性を高める行動を促す情報技術 “Sourcemap”

Sourcemap: Information Technology that Encourages Human Actions Towards Higher Sustainability

山崎 治彦, 岩下 忠資, Leonardo Bonanni

**要約** 日々のビジネス活動において、CO<sub>2</sub> 排出量に代表される環境に配慮した製品作りや工程の実践はもちろんのこと、環境問題への貢献目標・貢献度を示すことの重要度が増している。また、環境貢献を示す対象は「数値データ」だけではなく、製品を製造・販売する上で必要となる原材料や工程も含まれるべきである。原材料や工程を可視化することにより、希少金属など再生や代替が不可能といわれる貴重資源の枯渇防止への貢献や、原材料発掘拠点、加工拠点における地域社会と環境の問題を浮き彫りにし、解決のための行動を促すことができるからである。

米国マサチューセッツ工科大学メディアラボは、研究テーマプロジェクト「Sourcemap.org」を手掛けている。Sourcemap.orgは、快適安全な生活を営むことのできる環境、そしてそれを取り囲むビジネス、社会、文化全体が持続する可能性（持続可能性：Sustainability）を高め、人類の未来を守ることを目指す。プロジェクトの核となるのは環境へのインパクトを可視化し、見る者に持続可能性を高める行動を促すことによりその考えを实践するオープンソース Web アプリケーション「Sourcemap」である。本稿では Sourcemap の概要、Sourcemap 誕生の礎となったビジネスシナリオの紹介、そしていくつかの技術説明を通して情報システムが人類の未来を守ることにどのように寄与できるか言及する。

**Abstract** In our daily production activity, not only the execution of environment friendly business practice but also showing the actual effort and contribution is considered to be important. Also, in addition to disclosing “figure data” related to environmental contribution, it is important to show our contribution to preventing a depletion of rare resource such as rare earth elements (metals), and a transparency of social and environmental issues around mine and processing locations for a material, by visualizing materials for their final products and its manufacturing process.

MIT (Massachusetts Institute of Technology) Media Lab leads a project of a research theme “Sourcemap.org”, which aims at practicing sustainability of environment through which substantial natural resources for our lives will be used down to posterity and also at overall business, social and cultural sustainability as a result of it. Sourcemap is the core of Sourcemap.org project and a web-based open source application for realizing the sustainable product design with supply chain transparency. This paper introduces some typical case studies that became the foundation of the birth of Sourcemap, business scenarios and technical explanations.

### 1. はじめに

日本ユニシスは産学連携 R&D 活動として、世の中を変えうる新技術の芽生えにアンテナを張り、共同研究も行っている。その一環として 2008 年以來、表現とコミュニケーションに関

するデジタル技術の殿堂ともいわれる、米国マサチューセッツ工科大学 (MIT) メディアラボのスポンサー企業として、教授・研究生らとのコネクションを構築する年二回のスポンサーミーティングへの参加、あるいは個別ディスカッションなどを通し、最新研究テーマに関与している。

2009年のスポンサーミーティングにおいて、MITは新プロジェクト「Sourcemap.org」を発表した。Sourcemap.orgとは、人々が、普段目にしていない製品について「どこから来たのか」、「どんな材料で製造されたのか」、そして「どのような工程で製造されたのか」を知る権利がある、という信念のもと、人々に行動を促し、人類あるいはビジネスの持続可能性 (Sustainability) の実践を目指すプロジェクトである<sup>\*1</sup>。

本稿は、Sourcemap.orgの核となるWebアプリケーション「Sourcemap」の概要を説明し、続いてビジネスシナリオの考察、最後に主要機能についての簡単な技術説明を行う。

## 2. Sourcemap とは

### 2.1 Sourcemap の目指すゴール

普段は表に現れない環境へのインパクトを認識させ、未来に渡り人類文明が持続するための行動を促す情報システムがSourcemapの目指すゴールである。そのための方法として、製品やサービスを構成する原材料の源およびルート (ソースマップ) を示し、その上でそれらが引き起こす環境へのインパクトを視覚化する。対象としている具体的な環境へのインパクト、およびそれらを認識した結果実行される行動の効果としては次の二つが挙げられる。

#### 1) 不要なCO<sub>2</sub>排出とその抑制

製造工程において組み立て拠点と部品の製造拠点の距離が離れていることはめずらしくない。遠く離れていればいるほど移動に要する輸送手段のCO<sub>2</sub>排出は膨大なものとなる。しかし、このことは普段から十分認識されているとは言えないであろう。製品やサービスにまつわるルートと輸送手段、そしてそれが排出するCO<sub>2</sub>が示されれば、製造拠点の近隣に組み立て拠点を設置するなどの行動を促し、CO<sub>2</sub>排出抑制につながる。

#### 2) 希少資源の過剰消費とその抑制

精密機器の製造には、20カ国以上から取り寄せた、50を超える原材料が必要と言われていた。材料の中には、一旦溶解されてしまうと、元の個体に戻ることができない希少金属が使われている。例えば液晶ディスプレイに使われるインジウム、ハードディスクに使われるアンチモンは2020年頃には枯渇すると言われる。これら希少金属のリサイクルに関しての国際的な条約や規制はなく、最終的に各国のリサイクル法などの規制により処分、あるいは蓄積されているのが現状である。こうした希少金属の使用実態が明らかになれば、消費抑制行動を促し希少資源の保護につながる。

### 2.2 Sourcemap の特徴

#### 2.2.1 直観的なユーザインタフェース

まず、典型的なノートパソコンのソースマップを図1に示す。数字の書かれた円はノートパソコンを構成する原材料を示しており、「+」のついた円は組み立て拠点を示したものである。各原材料の円をクリックすることで、原材料の名称、仕入先、重量、そしてCO<sub>2</sub>排出量 (CFP) の内容を確認することができる直観的なインタフェースとしている。画面左上には、製品のソ

ースマップへのリンクを持つ QR コードがある。また、CFP のバーチャート表示、原材料の一覧表示、製造・輸送・利用時の各工程における CFP のデータをそれぞれ、画面右上の「Bar Chart」, 「Made Of」, 「Receipt」 ボタンで容易に確認することができる。

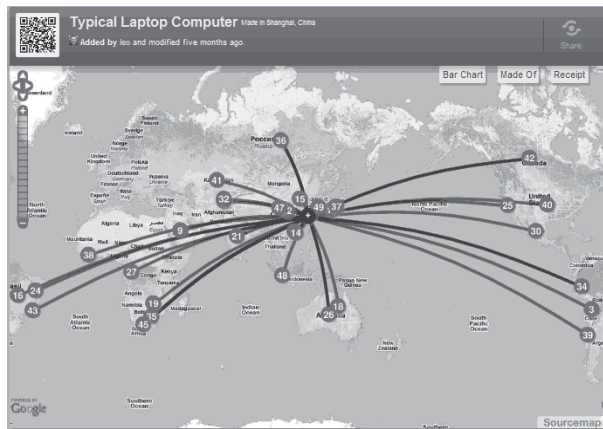


図1 ノートパソコンのソースマップの例

### 2.2.2 製品やサービスに対する親近感を促すための工夫

Sourcemap は各原材料の採取工程や組み立て工程などの映像をソースマップ上に挿入するインタフェースを備えている。製品の裏側にあるストーリーを伝えることにより、製品やサービスに親近感を持たせ、情報をより深く知ることを促すことができる (図2)。

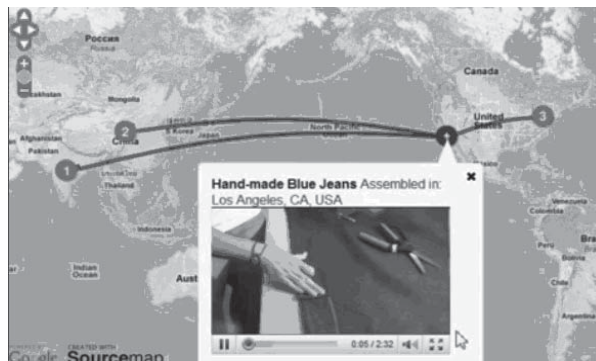


図2 ソースマップに挿入されたビデオ

### 2.2.3 多彩な外部連携機能

作成されたソースマップをエクスポートして Google Earth の衛星画像と連携する機能を備えている (図3)。これにより、実際の希少資源の採掘所や原材料の出荷場所、製造工場などをズームインして確認することができる。Sourcemap には他にも複数の外部連携機能がある、これらについては4章の「地図データのエクスポート」を参照願いたい。

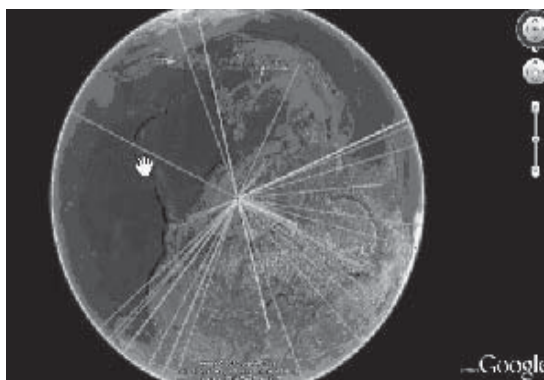


図3 Google Earth 上のソースマップ

#### 2.2.4 オープン性

Sourcemap は GPL<sup>\*2</sup> ライセンスに基づいたオープンソースであり、ソースコード、ならびにユーザの貢献で蓄積されたソースマップは全てコピー、配布、改造、修正をすることができる。また、現在登録済、あるいはこれからユーザの貢献で蓄積されていく原材料のデータについても、PDDL<sup>\*3</sup> に基づいたライセンスとなり、同様にコピー、配布、改造、修正をすることができる。

### 3. ビジネスシナリオ

Sourcemap は 2011 年現在 MIT メディアラボ内のリサーチプロジェクトの一つではあるが、テクノロジー素材だけでなく、商材としてもある程度完成された形となっている。ゆえにユースケースをイメージすること自体は比較的容易だが、環境分野の課題は、概ね利益追求よりも未来永劫に渡って人類文明が持続することが関心事であり、それ以外のインセンティブに乏しい現段階では、ゼロからのビジネスアイデアの創出には特有の難しさがある。

ただ、世界の趨勢を鑑みても、いずれ近い将来に日本でも国際環境法規制やグローバルビジネスパートナーの意向を始めとする外部圧力など、外部要因に起因して本領域への関心が一気に高まっていくであろう。完成度の高い Sourcemap であれば、こうした対応はスピーディにしやすいと考える。本章では MIT が小さな業者と協力してプロトタイプを暫時修正していった過程で得られたケース三つに加え、日本でのユースケースを考察し、ビジネスシナリオを提示する。

#### 3.1 ユースケース 1. プロダクトデザイナー A 社のケース

あるプロダクトデザイナー A 社は手作りの電子機器とおもちゃを製作するスタジオを運営している。A 社の商品は全て「地元で」「道徳面を考慮して」「環境面を考慮して」作られている。A 社はそうした努力を、主なセールスチャネルであるオンラインストアを通して知らせたいと考えている。全ての原材料が地元の素材ではない。その場合でも道徳面や環境面で問題がないことを示す方法も必要だと考えている。

A 社は材料の一部を生産しているインドで、伝統的な手法で工芸品を作る現場を見学した際、その手法が廃れつつある貴重な技術であることを知り、その手法は積極的に保護すべきで

あると考えた。そこで A 社は Sourcemap に入力する部品の一つ一つを説明する直観的な方法を検討し、ソースマップに工芸品の工程を収めたビデオや写真を挿入することにした (図 4)。加えて A 社は商品に付与する印刷可能なマップを提案した。

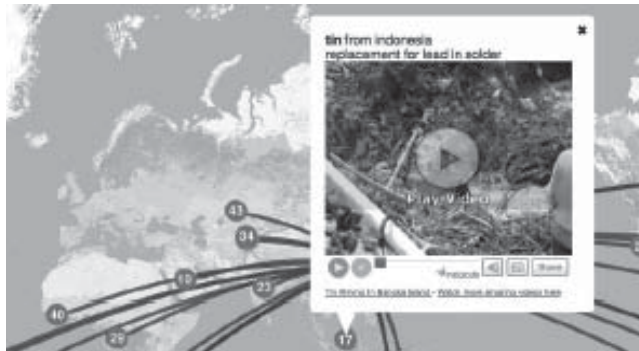


図 4 工程のビデオの表示

実地検証の一部として A 社はいくつかの商品データを Sourcemap に入力した。ところが、いくつかの部品は極めて貴重なものであり、このことは A 社の競争優位となっているため、ソースマップによって、どこから調達しているか分かることは逆に仇となる。その対応として、個々のソースマップを ‘Private’ とタグ付けすることで、源がオンラインで公開されることのないようにした。

### 3.2 ユースケース 2. 精肉店 B のケース

スコットランドのハイランド地方にある精肉店 B は、牛、豚、羊、鹿の精肉を販売している。セールスの内、オンラインによるものは、売上げの大きな部分を占めるようになってきている。ゆえに B は Web サイトとソーシャルネットワークに多くの時間を費やしている。B の全ての商品は、B の店の 50km 以内で生産されたものであり、多くのサプライヤと顔見知りである。オンラインであっても対面であってもほとんどの顧客は、B の商品を地元で生産された身元の確かな商品だ、ということで購入している。

B は店舗に立ち寄った顧客にこうした話をするを好んでいるが、増加しつつあるオンラインの顧客にも訴求するための方法を求めている。B の Web サイトはレシピ、ニュースのコンテンツを持っており、さらに Facebook で顧客との積極的な交流を図っているが、それらに加えて Sourcemap を用いて輸送ルートと商品の CFP を示すことでそうした訴求が可能であると判断した。Sourcemap 利用の最初のステップは、環境に関連するデータを用いずに B の輸送ルートのマップを作ることであった (図 5)。この時、サプライチェーンを可視化する用途と CFP を提示する用途を分けられるような機能の必要性を明らかにした。次のステップで B はオンラインストアにて特定の商品に関して CFP を表示するためにソースマップを組み込むこと、そして B の商品のファンとの会話を醸成するために Sourcemap データを Facebook に取り入れられるように、MIT に提案した。



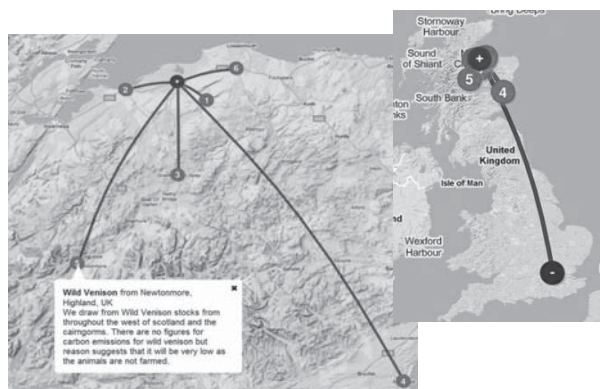


図5 精肉の輸送ルート

店舗で販売される精肉のCFPを表示するための作業に取り掛かる中で、Bは精肉を作るためのCFPが輸送のためのCFPよりはるかに大きいという予想外の発見をした。この発見をBは少し残念に思いつつも、CFPを表示することは、顧客とのオープンな交流には欠かせないものであるとし、表示自体は意味のあることであり、ビジネスの、ひいては、業界全体のイメージを向上させるものになると考えた。

一方、プライバシーに関わる問題にもぶつかった。仕入れ先である農場は実際に農場主が生活している場所であるため、ソースマップ上にサプライヤの住所を公表することはプライバシーを損ねる恐れがある。このことから、Sourcemapに入力する情報は慎重に選ばなければならないとする示唆を得た。

### 3.3 ユースケース3. ビール醸造業者Cのケース

ビール醸造業者Cはスコットランドハイランド地方の国立公園内に工場を構えている。精肉業者Bと同様、Cは環境保護の考えを前面に押し出すことで地域と商品のイメージを高めようとしている。Cは公園内での操業であるため、廃棄物や汚染を最小限にすることが求められる。そのためパッケージ素材と熱水を再利用するための特別な機械を導入した上で、ソーシャルネットワークである Freecycle<sup>\*1</sup> を使い、Cで発生する副産物の再利用が可能の人々を探している。また、醸造するビールのいくつかは地元の名物の名前が付けられ、利益の一部は野生保護問題などに向けられている。

ところが、Cの拠点は多くの顧客に近い一方、壺詰めのための工場には遠い。ハイランドの何軒かの醸造業者との会話を繰り返す中で、近郊地域に壺詰めのための工場がないことによるオペレーションの非効率性と環境へのインパクトが明らかになった。ハイランドの18の醸造業者は全てそれぞれの商品をイングランドの中部で壺詰めし、その後、ハイランドに販売のために運んでおり、そのための燃料が必要なのである。

短期的解決方法としては、生産拠点をイングランドに置くことであるが、そうすると地元の雇用に大きな影響を及ぼしてしまう。Cの長期的展望は、地元において壺詰め工場設立に投資することであるとした。この工場は商品を距離の離れた工場に運ぶことから発生するCFPを減らし、他の業者にとっても配送のコストを削減できる可能性がある。



現在の配送ルート。中心は壘詰め工場



壘詰め工場をローカルに設立した場合のルート

図6 ビール醸造業者Cのソースマップ

Cは単に自身のCFPを減らすことのみならず、地域コミュニティの発展を望んでいることは前述の通りである。廃棄物を減らし、壘詰め工場に投資する決断はCにとってはコスト増加を意味するが、一方では雇用機会増大による地域コミュニティの発展に貢献する。当初、CはCFPを大きく表示することには消極的であった。しかし、今はSourcemapによっていかにCが材料を再利用しているか、廃棄物を減らしているか、インフラを改善しCFPを減らしているかといったことを示すのに積極的に使用している。この試みは顧客や、この地域の投資先としてこの醸造業者を想定する投資家を呼び寄せている。

### 3.4 日本でのユースケース

前節までの例のとおり、Sourcemapが開発された背景となったユースケースは、消費者のエコロジー意欲あるいは地産地消の考えを掘り起こし、訴えかけながら、自らの企業イメージを向上させるためにCFPを活用するものが主である。また、欧米で近年、CO<sub>2</sub>削減が実はビジネスパフォーマンスの向上に大きく寄与するという考えが起きてきており、結果としてそのための情報システムが求められることも大いに予想される。その時、企業のパフォーマンスモニタとしてSourcemap活用が比較的ストレートなユースケースとして注目されることは想像に難くない。

一方、日本はというと、2011年現在、環境面では、当面は欧米のようなユースケースは比較的少ないが、環境関連法規制の活発化の動きに敏感に呼応する中で、法規制の分野がCFPの注視・モニタに関連したときに突如としてニーズが発生すると考える。世界の動向を見ても、現在の日本が世界にもたらす責任の大きさを鑑みれば、ごく近い将来その時が来ることは明らかである。そうしたことを前提として、即対応できるように、欧米でのユースケースをベースにビジネスユニット毎に自らの状況に合ったシナリオを考慮・準備しておくことは決して無駄ではない。

#### 4. 技術説明

Sourcemap は表示対象とする商品やサービスなどの内部データ構造の Sourcemap オブジェクトと、Sourcemap オブジェクトを処理する五つのデータ処理機能、すなわちビジュアライゼーション、Open Data API、地図データのエクスポート、計算を実行する LCA Calculator、エディタユーザインタフェースから構成される（図7）。本章ではこれら五つのデータ処理機能を説明する。

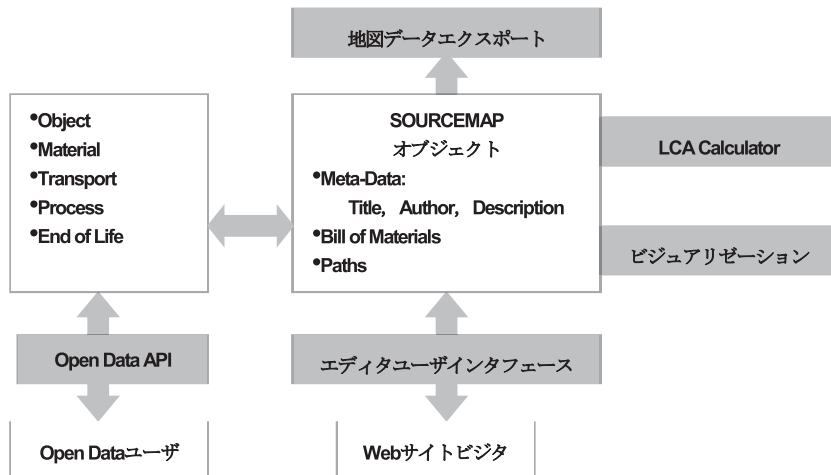


図7 Sourcemap システム構成

##### 4.1 ビジュアライゼーション

ビジュアライゼーションのための出力形式は地図、グラフ、QR コード（2次元バーコード）、そして印刷出力の四つが存在する（図8）。

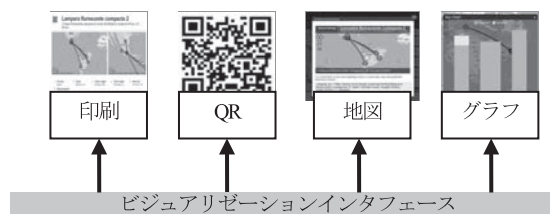


図8 ビジュアライゼーション

地図描画には JavaScript のオープンソースである OpenLayers を用いている。地図描画制御には OpenLayers.Control クラスを使用する。OpenLayers.Control のいくつか制御の例、および地図とソースコードのサンプルを挙げる（図9）。

- ・ OpenLayers.Control.PanZoom () : パン操作やズームを制御
- ・ OpenLayers.Control.LayerSwitcher () : レイヤの表示
- ・ OpenLayers.Control.ScaleLine () : スケールバーのコントロール
- ・ OpenLayers.Control.MousePosition () : マウス位置と地図上の位置のマッチング



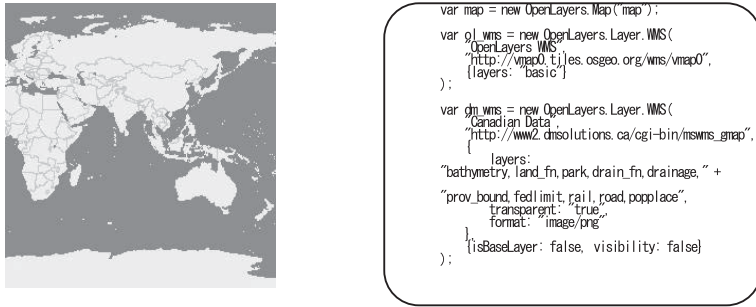


図9 OpenLayers で描画した地図とソースコードのサンプル

QR コード（2次元バーコード）は日本ではおなじみである。商品を陳列する店舗などの環境において、商品に直接付けられた QR コードをスマートフォンなどのカメラで検知し、インターネットを介してその商品の CFP や部品データを取り込み、表示するために用いられる。また、印刷形式もサポートしている。印刷形式は商品棚にソースマップを展示するために用いられる。

### 4.2 Open Data API

CO<sub>2</sub> 情報を含むパーツ情報は Sourcemap が以下の機関の公開情報から収集し入力している。

- ・ The British Geological Survey’s World Mineral Statistics
- ・ The ELCD (European Life Cycle Database)
- ・ The CRMD (Canadian Raw Materials Database)
- ・ Wikipedia for material properties and countries of origin
- ・ The LCA Food Database

これらのソースから収集されたパーツ情報は、工程 (Procedure)、配送手段 (Transport)、動力燃料 (Power)、ライフサイクル終了時の処理方法 (End of Life) 等の属性を持つ。これらのデータは Open Data API を介して json 形式でダウンロード可能になっている (図 10)。

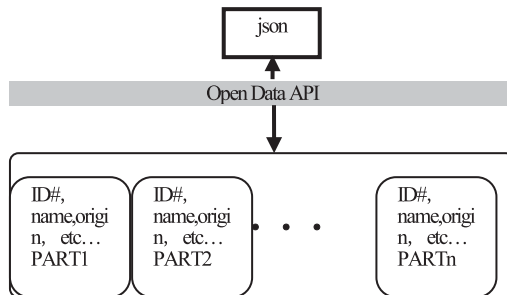


図 10 Open Data API

### 4.3 地図データのエキスポート

地図データは json, kml, iframe でエキスポート可能である (図 11)。json 形式で地理データの交換が可能である他、Google Earth プラグインを通して kml ファイルを生成し、Google

Earthにエクスポートできる。これらのエクスポート機能は全て API を介して外部プログラムから利用できる。

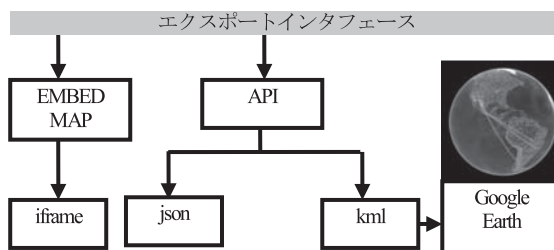


図 11 地図データエクスポート

また、iframe を使って Sourcemap のマップの外部 Web サイトへの埋め込みが可能になっている。iframe はいわゆる「フレーム」のように画面の分割を使用して他の Web ページを表示するのではなく、既存の Web ページの中心に「埋め込んだように」表示させることができるものである。この機能により、自社の Web ページに Sourcemap のマップを違和感なく埋め込んで見せることが可能となる。

#### 4.4 LCA Calculator

Sourcemap は部品製造や配送、それぞれに要する CFP だけでなく、製品の「ライフサイクル」全体の CFP を消費者に認識させ、意思決定を促すことを念頭においている。ゆえに CFP を計算する機能を Life Cycle Assessment (LCA) Calculator と位置づけている。ビジュアライゼーション、地図エクスポートを感覚および手足とすれば、LCA Calculator は Sourcemap の頭脳といえるだろう。

部品 (Parts)、工程 (Procedure)、配送手段 (Transport)、動力燃料 (Power)、ライフサイクル終了時の処理方法 (End of Life) それぞれの CFP データを活用し、製品やサービスの合計 CFP を計算表示する。また、金属などといった部品の種類ごとに、環境へのインパクトが大きい部品から小さい部品までをランキング形式で示すことができる (図 12)。

Add a Part → Sort available parts:

Name	Class	Description	C@2	Flags
P rhodium, primary	Metals	virgin, fuel cell system catalyst	19000.0000	(Add+)
P platinum, primary	Metals	virgin, fuel cell system catalyst	8800.0000	(Add+)
P gold, primary	Metals	virgin, from economic correlation	6800.0000	(Add+)
P palladium, primary	Metals	virgin, fuel cell system catalyst	5900.0000	(Add+)
P silver, primary	Metals	virgin, from economic correlation	4100.0000	(Add+)
P rhodium, sec.	Metals	recycled, fuel cell system cat.	320.0000	(Add+)
P palladium, sec.	Metals	recycled, fuel cell system cat.	310.0000	(Add+)
P platinum, sec.	Metals	recycled, fuel cell system cat.	310.0000	(Add+)
P magnesium	Metals	often mined from the ocean floor	32.0000	(Add+)

図 12 環境へのインパクトの図示

#### 4.5 エディタユーザインタフェース

エディタユーザインタフェース (図 13) は、Sourcemap サイトのビジターが Sourcemap に格納してあるデータを利用して自分のマップを作成するインタフェースである。このインタフェースを使用して Sourcemap ユーザが自身のビジネスに関連する商品、もしくはサービスのソースマップを作成することが可能である。ソースマップを基にした視覚に訴える本能的な操作に加え、原材料のソース入力時の地名入力で、曖昧な名前を入力しても推測してサジェスションする Google Maps API による入力支援機能などで、初めてでも誰でも簡単に作成できるよう工夫を施している。



図 13 エディタユーザインタフェース

#### 5. おわりに

大気中の CO<sub>2</sub> 濃度増大を始めとする事象が招く問題の存在は今日では広く認識され、近年はリサイクル運動のように具体的な行動のフェーズに移りつつある。そうした中で情報システムを、行動を起こすためのきっかけとして活用する試みも少しずつ始まっている。本稿ではマサチューセッツ工科大学 (MIT) メディアラボ発の Sourcemap がそうした試みの一つであること、そしてどのように活用できるのかを示した。

Sourcemap.org プロジェクトは今後も更なる改善を図っていく。機能面では、より実践的で幅広い利用を目指し、水の消費量を表すウォーターフットプリント、汚染物質、有毒物質といった各種環境データの取込表示機能や、現在は直線となっている拠点間の配送ルートを実際の経路に沿って表示するといった機能追加を予定している。また、企業ユーザの活用を前提にしたスケーラブルな構造とするようにシステム基盤を整備していく予定である。

- 
- \* 1 Sourcemap.org プロジェクトの詳細を紹介する Leonardo Bonanni ([http://www.youtube.com/watch?v=UuVPVvr\\_U](http://www.youtube.com/watch?v=UuVPVvr_U)). 環境関連技術のカンファレンス「Greener Gadgets 2010」にて (2010 年 2 月 25 日).
  - \* 2 The GNU General Public License の略. ソースコードの公開を原則とし、使用者に対してソースコードを含めた再配布や改変の自由を認めているソフトウェアのライセンス体系.
  - \* 3 Public Domain Dedication and License の略. Open Data Commons が提唱しているデータベース、またその中に含まれるデータを対象にしたライセンス体系. 著作権による利益を放棄し、他の人たちは、著作権による制限を受けなくて、自由に、作品に機能を追加し、拡張し、再利用することが可能となる.
  - \* 4 物を処分しようとしている人々と、物を必要としている人々との橋渡しをする非営利組織が運営するコミュニティ主導のソーシャル Web サイト.

Hiroshi Ishii, "Small Business Applications of Sourcemap: A Web Tool for Sustainable Design and Supply Chain Transparency", MIT Media Laboratory, 2010

[2] Leonardo Bonanni, An open platform for sharing information about the impact of goods and services, MIT Media Laboratory, 2010

[3] Sourcemap, <http://www.sourcemap.org/>

[4] Open Data Commons Public Domain Dedication and License, <http://www.opendatacommons.org/licenses/pddl/>

[5] The Freecycle Network, <http://www.freecycle.org/>

上記注釈および参考文献に記載の URL は 2011 年 2 月 7 日時点での存在を確認。

#### 執筆者紹介 山崎 治彦 (Haruhiko Yamazaki)

1991 年日本ユニシス(株)入社。UNIX システムの周辺機器制御システムの受入保守、プロダクト開発に従事。1998 年より ASP 事業の立ち上げに参加。2001 年からは海外ビジネス支援を担当。2007 年より NUL システムサービス・コーポレーションに出向後、米国内研究開発機関との連携をベースとした日本ユニシスグループの R&D 推進に従事中。



#### 岩下 忠資 (Tadashi Iwashita)

1997 年日本ユニシス(株)入社。米国 Unisys 製 2200 シリーズの基本ソフトウェア主管業務を担当する。2004 年 4 月ユニアデックス(株)に転籍。その後 OSS 関連作業、メインフレーム新機種の開発・受入に従事し、2010 年 2 月 NUL システムサービス・コーポレーションに出向。Unisys プロダクトリエゾン業務と米国大学研究機関の調査活動に従事。



#### Leonardo Bonanni

マサチューセッツ工科大学メディアラボ内プロジェクト「Kitchen of the Future」に発明者、産業デザイナー、アーキテクトとして従事。現在はニューヨークの Parsons School of Design およびマサチューセッツ工科大学メディアラボにて Sustainable Design を教える。また同所の「Tangible Media Group」にて Postdoctoral Research Associate として従事中。Sourcemap.org の創設者、CEO。

