震災特集

諸 報

日本LCA学会 震災対応ワーキンググループの活動報告

日本LCA学会 震災対応ワーキンググループ

Activity Report of Working Group on Post-earthquake Reconstruction,
Institute of Life Cycle Assessment, Japan (ILCAJ)

Working Group on Post-earthquake Reconstruction, ILCAJ

1. はじめに

2011年に発生した東日本大震災により、電力需要ピーク時における電力不足への危惧や現在の電源構成へ賛否、サプライチェーンの脆弱さへの懸念など、わが国のエネルギーや、素材、部品などの製品需給に関する様々なレベルの論点が浮き彫りになった。

これまでは空気のようにどこでも利用できる存在であった、他の国と比べても高品質な電力の供給が危機を迎え、私たちはこれまでにない事態を経験することになった。2011年夏に向けた緊急の節電対策ならびにエネルギー供給策については、化学工学会などがいち早く提言を発表している（化学工学会 2011）が、中長期的にどのようなライフスタイルとエネルギーの利用形態を目指して復興していけば良いのかという点については、さまざまな組織や学協会でもまだ議論が始まったところである。ライフスタイルと需要構造の検討や、エネルギーの分散化に伴う資源消費や環境影響の分析など、ライフサイクル的思考が各分野の現場で果たすべき役割は多いと考えられる。

また東日本大震災では、多くの産業プロセスおよび物流網が被害を受け、サプライチェーンが寸断されるという事態に陥った。物資供給の動脈が寸断されることにより、震災からの復興だけでなく被災地以外の地域での日常生活にも重大な危機を生み出すことが、今回の震災で明らかとなった。これまでサプライチェーンマネジメントといえは、仕入・製造・物流・販売を一括して管理することで在庫のロスを減少させたり、物流の効率化を図ったりする方法が議論されてきた（ハンドフィールド、マコーマック 2010）が、その目標は通常時を想定したコスト最小化や環境負荷低減などであった。震災からの復興の中で、今回のような災害や将来発生し得る資源調達などのリスクにも強く、また環境にも調和した持続可能なサプライチェーンを構築することが必要となる。また同時に、物資の動脈としてのサプライチェーンだけでなく、静脈となる廃棄・回収・リサイクルシステムまでも含めてライフサイクル的思考に基づいた議論を展開することが不可欠である。

このような問題意識に基づき、2011年5月に日本LCA

学会 震災対応ワーキンググループ（以下、ワーキンググループ）が設立された。本稿では、ワーキンググループ設立の経緯と活動の概要について報告する。

2. ワーキンググループ設立の経緯

日本LCA学会は、国内学会では唯一、ライフサイクル的思考に根差した学会である。そのような学会が、震災後の社会システム構築にどのように貢献できるかについて、東京近郊の学会員有志が2011年4月7日に集まって議論した。震災からの復興にあたって日本が抱える課題を短期的、中期的、長期的、超長期的に分割して特定し、それに対して本学会が貢献できると想定されることとして、震災による影響の解析、ライフサイクル的思考の普及、将来社会システムの構想の3点に絞った。原子力発電所の事故やそれに伴う計画停電と、特に夏季に向けた電力需要ピーク時における大規模停電に関する懸念が連日報道されていたため、まずは「節電とライフスタイル」に関する情報をいち早く発信する必要があると考えた。そこで2011年5月に震災対応ワーキンググループが本学会の研究会と同様な組織として正式に承認されたのと同時に、ワーキンググループホームページ（<http://ilcaj.sntt.or.jp/reconstruct/>）を開設して情報発信を開始した。またその後のワーキンググループでの議論を通じ、本学会から情報発信すべきその他のテーマとして、「サプライチェーン分析」、「中長期的なエネルギー需給」の2つを選択した。図1に、ワーキンググループホームページを示す。

またワーキンググループの発足に伴い、有志だけではなく広く学会員からメンバーを募集し、2011年8月現在、12名のメンバーで議論を進めている。表1に示すように、メンバーには大学から6名、公的研究機関から4名、民間企業から2名が参画している。

3. 活動報告

3.1 節電とライフスタイル

東日本大震災により、東北電力および東京電力の原子力発電所や火力発電所が直接被災して稼働が停止したことに

加え、福島第一原子力発電所の事故に端を発して全国の原因で運転の再開が延期されたため、各地で節電が要請されていた。特に東京電力および東北電力の管内では震災後の早い段階から電力供給が不安視されたため、5月には資源エネルギー庁より東京電力管内における夏の電力需要ピーク日の需要カーブの推計結果が公開された（資源エネルギー庁 2011）。また同時に、政府や各電力会社を始めとする多くの機関から節電対策メニューが発表された（詳しくは、ワーキンググループホームページの「リンク」を参照されたい）。これらの節電対策メニューの多くは当初、家庭、業務、産業といった部門別に提供されており、消費者の生活行動に基づいた対策となっていなかった。また

「電力 (kW)」と「電力量 (kWh)」の違いを正しく理解せずに節電の方向性が示されるなど、今夏の電力供給の面からは効果のない節電が行われる懸念もあった。

そこでワーキンググループのホームページを通じて、節電の必要性を理解するための基礎的な情報を示すとともに、私たちの生活行動パターンによる節電メニューを提示するなど、実際に私たち一人一人が行うことができる節電に係る情報の提供を行った。その後、さまざまな機関から消費者視線の節電メニューが公表されたが、ワーキンググループではそれらに先立って情報提供を行ったことになる。また、生活行動パターンによる節電メニューは、他の機関からは未だ提供されていない。

図1 震災対応ワーキンググループのホームページ(トップページ)

表1 日本LCA学会 震災対応ワーキンググループ メンバー

井原 智彦	産業技術総合研究所 安全科学研究部門
菊池 康紀	東京大学大学院工学系研究科 化学システム工学専攻
工藤 祐揮	産業技術総合研究所 安全科学研究部門
栗島 英明	芝浦工業大学 工学部共通学群 (人文社会)
醍醐 市朗	東京大学大学院工学系研究科 マテリアル工学専攻
田中 浩二	e.s.f e e d株式会社
田原 聖隆	産業技術総合研究所 安全科学研究部門
中島 謙一	国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センター
中谷 隼	東京大学大学院工学系研究科 都市工学専攻
福島 康裕	国立成功大学 環境工程學系
測上 智子	オフィス エコロジーコンセプト
松八重一代	東北大学大学院工学研究科 金属フロンティア工学専攻

今夏の節電対策では家庭や事業所で直接消費される電力だけが取り上げられているが、私たちの生活行動を考えると、購入した製品のサプライチェーンなど随所における間接的な電力消費に支えられている。そこで、ライフサイクル的思考に基づくより深化したライフスタイルと電力消費の関係を明示するために、生活行動による間接的な電力消費に関する情報もホームページで提供した。

3.1.1 節電の必要性に関する情報提供

ワーキンググループでは、ライフサイクル的思考に基づき、精神的あるいは規律的ではない合理的な情報発信をコンセプトとして、「なぜ節電しなければいけないのか」を理解した上で「具体的に何をすれば良いのか」が分かるような情報提供を目指している。本格的な夏を迎える前の5月末には、電力(kW)と電力量(kWh)の意味を分かりやすく説明するページ、および夏の電力需要の状況や電力逼迫の可能性について解説するページを公開した。8月初旬には7月までの節電行動の実情を踏まえて、節電の目的を問い直すことで、改めて効果的な節電方法について考えてもらうためのページも公開した。その他に、これまでの研究活動などによって各メンバーが蓄積してきた知識に基づいて、社会情勢に合わせていち早く情報発信をするために、様々な問題に対してQ&A形式によって情報を公開するページを設けている。

3.1.2 「できること」に着目した節電メニュー

私たちにとって実行可能な節電は、必ずしも家庭での節電に限らない。例えばオフィス勤務者の場合、家庭における冷蔵庫やエアコンの節電だけではなく、オフィスでの照明やパソコンの節電も自身が「できること」の範疇である。しかし、多くの節電対策メニューは家庭、業務、産業といった部門別に提示されているため、私たち自身ができる節電

項目は何か、分かりにくくなっていた。そこで、単身世帯(オフィス勤務者)および2人以上の世帯(1人以上は在宅)を例として、世帯構成員が1日の生活行動の中で可能な節電メニューと、それらを実施した場合の効果を試算した。単身世帯の例を図2に示す。これらの分析結果も、世帯構成別の家庭でできる具体的な節電方法とその効果として、一般消費者にも分かりやすいように工夫して、5月末にホームページ上で公開した。

3.1.3 ライフサイクル的思考による電力需要構造の分析

ライフサイクル的思考から節電を考える場合、私たちは家庭や職場で電力を直接消費しているだけではなく、間接的にも電力を消費していることになる。私たちの生活を支えている多くの製品は、工場で電力を消費しながら製造されているだけではなく、鉄道による輸送や小売店での販売にも電力消費を伴う。こうした製品のサプライチェーンにおける電力消費は、時間帯を特定することが困難であるため、今夏の節電における課題であるピーク時間帯の節電につながるかどうかは不明である。しかし、消費者が自身の生活行動に伴う間接的な電力消費を意識することは社会全体の節電につながると考えられる。そこで産業連関表を用いて、電力需要の構造を分析した(図3)。参考として、3EID(南齊、森口 2010)を用いたCO₂排出量の構造分析結果も示す。これらの結果から、間接分も含めた場合には国内の電力消費の半分以上が消費者の生活行動に由来し、カーボンフットプリントなどを通じて間接排出の削減を図っているCO₂排出量以上に、消費者行動の寄与が大きいことがわかる。

3.2 サプライチェーン分析

1章でも述べたように、今回の震災によるサプライチェーンの寸断は、様々なモノのつながりを実感させられた。

洗濯	出勤時にコンセントから外す
厨房	出勤時にコンセントから外す
温水洗浄便座	夏季の使用停止
空調	すだれをかけて設定温度を上げる / 出勤時にコンセントから外す
充電機器	夜間のみの充電に切り替え
通信機器	出勤時にコンセントから外す
パソコン	自宅パソコンは出勤時にコンセントから外す / 職場デスクトップをノートパソコンに変更
テレビ	出勤時にコンセントから外す
照明	省エネ機器への買い替えと無駄な照明の消灯
冷蔵庫	省エネ冷蔵庫への買い替え

図2 単身世帯(オフィス勤務者)ができる節電メニューとその効果

図3 ライフサイクル的思考に基づいた電力消費量とCO₂排出量の構造分析

サプライチェーンは、まさにライフサイクル的思考があれば実感せずとも理解できるものであり、その物質間のネットワークは本学会と関連の大きい国際学会である International Society of Industrial Ecology (産業エコロジー国際学会) でも主な研究対象となっている。「サプライチェーン分析」は、本学会からの情報提供として最も強みの活かせるテーマである。

3.2.1 国内産業復興ビジョンの策定

中小企業の防災計画や事業の継続性を調査した事例として、中小企業庁がまとめた報告書がある(中小企業庁 2011)。この報告書は、大規模地震(2004年10月の新潟県中越、2007年3月の能登半島、2007年7月の新潟県中越沖)で被災し、それを克服して現在に至っている企業の被災時の対処に関する事例をまとめたものであり、また今後のよ

り実際の事業継続計画の策定に向けて、個別の対処事例から重要なポイントを抽出している。この報告書の中では、サプライチェーンは取引企業からの支援という観点で言及されているものの、被災後の対策についてのみ考慮しており、サプライチェーン自体を災害に強いシステムに変更することは考慮していない。長期的視点でシステム全体を改変し最適化していくためには、目標となるビジョンを策定し、適切なモデル (Earles and Halog 2011) に基づくシナリオを描きながらリスクを解析する必要がある。ワーキンググループでは本学会独自の視点で、サプライチェーンが寸断されるリスクに対応するだけでなく、環境調和型のサプライチェーンに向けた国内産業復興ビジョンを描くことを目指している。

リスクに強いサプライチェーンに必要な要素は、大きく頑健性と柔軟性に分類できると考えている。ここで頑健性とは、たとえばサプライチェーンの中で、重要な資材や材料の供給が滞ったとしても、備蓄等により製品を出荷し続けることができることである。一方、柔軟性とは、たとえばサプライチェーンの中である材料の供給が滞ったとき、同等な製品を他の材料でも製造できることである。過去の被災事例を基に、頑健性と柔軟性の視点から産業構造の解析を行うと同時に、平常時および被災時における環境負荷との関係を整理することが、国内産業復興ビジョンを描くために必要であると考えられる。

3.2.2 サプライチェーンのリスクマネジメントと環境調和性

サプライチェーンのリスクマネジメントのために、製品と原材料やエネルギーとの相互のつながりを把握すると共に、サプライチェーンを通じた環境負荷量を把握するための枠組みが必要であろう。既存の手法やデータベースには、産業連関分析や、ライフサイクルインベントリデータベース (例えば、Tahara et al. 2010)、MFA (マテリアルフロー分析) による研究成果 (例えば、Daigo et al. 2009)、廃棄物産業連関に基づく MFA (WIO-MFA) モデルによる研究成果 (例えば、Nakamura et al. 2007)、Embodied Energy and Emission Intensity Data for Japan Using Input-Output Tables (3EID) (南齊、森口 2010) 等があり、それぞれのデータを組み合わせることで、環境負荷の分析まで可能な枠組みが構築できると考えられる。

サプライチェーンにおけるリスク要因は、サプライチェーンに潜在的に存在しているチェーンの断絶要因や不安定性要因などを過去の事例等から特定することで、体系的に整理できると考えられる。これを基にしながら、各リスクの分散、回避、低減につながる対策案の効果を頑健性と柔軟性を軸に特性化できよう。例えば、在庫管理の工夫

や多種の素材による製造を可能とするためのプロセス革新、原料代替による品質変化を許容するためのシステム導入などがある。さらに、リスク対策案の環境調和性をLCAによって評価することにより、リスクに対する頑健性と柔軟性を備えた環境調和型サプライチェーンを提案することができよう。

今回の震災で、カーボンブラシやリチウムといった基礎材料の工場が被災し、結果として西日本における鉄道の間引き運転や太陽光発電設備の設置延期などの間接的な影響につながった。また古紙パルプ製造過程で消費される過酸化水素水の供給不足も、その生産に影響を与えた。このように一部の素材や材料の供給が停止することは、サプライチェーンを通じて大きな混乱や物質循環に対する悪影響を与えることが実証されている。このような事態を避けるために、どのようなサプライチェーンであれば問題が起きなかった可能性があるかを解析し、リスクに対する頑健性と柔軟性を備えた環境調和型サプライチェーンの再構築へ向けた要件を明らかにすることが、本学会独自の視点での国内産業復興ビジョンの具体化につながると考えている。

3.3 中長期的なエネルギー需給のシナリオ解析

震災後の電力供給の状況を受けて議論が活発になっている「中長期的なエネルギー需給」に関するビジョンや将来シナリオに対し、ライフサイクル的思考に基づいたシナリオ解析の必要性について議論を重ねている。これまでに、エネルギー需給の側面から都市の持続可能性について検討することを柱として、①エネルギーを生産する場としての都市、②エネルギーを消費する場としての都市、③そうした都市のあり方に対する市民の受容性という観点から、具体的に以下のような分析の必要性を確認できた。

- 中長期的に実装可能なエネルギー技術による将来のエネルギー需給構造に関するロードマップの検討
- 様々な新規エネルギー技術に必要とされる金属資源や素材の供給可能性の分析
- ライフスタイルや時間変動を考慮した家庭におけるエネルギー需要構造の分析
- 消費者の負担が少ない省エネ行動から段階的に取り組んだライフスタイルの提案
- 都市におけるエネルギー生産に対する住民意識の分析

これらの分析の中では、関連する建築物のエネルギー負荷や産業部門・運輸部門におけるエネルギー需要の変化についても解析を行うべきと認識している。なお、それぞれの導入すべき技術に関しては、当該技術やエネルギー需給に詳しい専門家や学会などと連携して進めていくことが重要と考えられる。

4. おわりに

ホームページへのアクセス状況の推移をみると、ホームページを開設した6月上旬のアクセスが多いが、それ以降のアクセス数も徐々に増えている。8月上旬にも節電に関する情報を更新しており、今後も引き続きホームページを通じた情報提供の充実を進める予定である。

最後に、ワーキンググループの趣旨に御同意頂けると共に、本問題に関心があり、ワーキンググループの活動に貢献できる学会員の方々の積極的な参加を歓迎している。ワーキンググループの活動をより実りあるものにするため、会員各位からの忌憚のないご意見をお寄せいただければ幸いである。

ワーキンググループに関する問い合わせ先

E-mail: ilcaj.reconstruct@gmail.com

ワーキンググループ ホームページ

<http://ilcaj.sntt.or.jp/reconstruct/index.html>

(平成23年8月22日受付)

参考文献

中小企業庁, 中小企業の事業継続計画 (BCP) <災害対応事例からみるポイント>, 中小企業庁ホームページ, 入手先 <<http://www.chusho.meti.go.jp/keiei/antei/download/110531Bcp-Reserch.pdf>>, (参照2011-8-17)

Daigo I., Hashimoto S., Matsuno Y., Adachi Y. (2009): Material stock and flow accounting for copper and copper-based alloys in Japan, *Resources, Conservation & Recycling* 53(4), 208-217

Earles J. M., Halog A. (2011): Consequential life cycle assessment: a review. *Int. J. LCA*, 16(5), 445-453

ロバート ハンドフィールド, ケビン マコーマック (編著)・東京海上日動リスクコンサルティングビジネスリスク事業部 (翻訳) (2010): サプライチェーンリスクマネジメント入門—レジリエンスを高める18の方法, 日科技連出版社, 東京, 154 pp.

経済産業省, 節電-電力消費をおさえるには, 経済産業省ホームページ, 入手先 <<http://www.meti.go.jp/setsuden/>>, (参照2011-8-17)

公益社団法人 化学工学会, 震災に伴う東日本エネルギー危機に関する緊急提言, 化学工学会ホームページ, 入手先 <<http://www.scej.org/content/view/1202/11/>>, (参照 2011-8-17)

Nakamura S., Nakajima K., Kondo Y., Nagasaka T. (2007): The waste input-output approach to material flow analysis, Concepts and application to base metals, *J. Industrial Ecology*, 11(4), 50-63

南斉規介, 森口祐一 (2010), 産業連関表による環境負荷原

単位データブック (3EID) 2005年表 (β +版), 独立行政法人国立環境研究所 地球環境研究センター, 地球環境研究センターホームページ, 入手先 <<http://www.cger.nies.go.jp/publications/report/d031/index-j.html>>, (参照2011-8-17)

資源エネルギー庁, 夏期最大電力使用日の需要構造推計 (東京電力管内), 経済産業省ホームページ, 入手先 <<http://www.meti.go.jp/setsuden/20110513taisaku/16.pdf>>, (参照2011-8-17)

Tahara K., Onoye T., Kobayashi K., Yamagishi K., Tsuruta S., Nakano K. (2010): Proceedings of the 9th International Conference on EcoBalance, Tokyo, P-119