最近の計装の話題 (第2報)

ライト・サイジング・システムと DCS ソフトウェア

ppi ネットワールド 本間 忠一

前号にひきつづき、本誌では、ライトサイジング・システムの具備すべき条件に、米国で納入実績の多いムーア・プロダクツ社のシステムを当てはめてみた。

さらに DCS 用ソフトウェアについて、国際標準になりつつある「ウインドウズ方式」のエンジニアリングについて紹介する。

(本文 16 ページ)

LCA (Life Cycle Assessment) Symposium 参加報告

紙パルプ技術協会 飯田 清昭

1970 年代に、エネルギー危機からその商品がどれだけエネルギーを消費するかが問題となり、LCA 手法が開発された。さらに、1980 年代後半から、ある製品の環境に与える負荷を、その製品の原材料の生成から廃棄物として処理されるまでの一生 (life cycle) にわたる総負荷で評価すべきであるとする考えから、その手法の開発と応用が進められてきた。このような背景から、アメリカの TAPPI, AF & PA, NCASI 共同でそのシンポジウムを企画し(場所: Atlanta, U.S.A., 日時: Jan. 25-26, 1995), U.S.A. を中心に世界各国から 85 名が参加し、製紙産業への応用を含め熱心な討議が行われた。

例えば、ヨーロッパからは、LCA が具体的な手法として政策決定に使用された諸例が紹介された。U.S.A. では、1980 年代から、一部の企業で製品仕様を決める際に、環境負荷も一つの因子として取り上げられることをルール化し、LCA を導入してきている。また、AF & PA は、NCASI と協力し、製紙業界の各プロセスにおける原材料の投入と環境への排出の代表値をまとめだした。さらに、最近では ISO-TC207 (ISO 14000) の中で環境管理の一つの手法として検討され、日本でも関心を集めている。

LCA は環境負荷を考える際の有用な方法であるが、決して絶対的なものではなく、専門家の間でいろいろの問題も指摘されている。

しかし、日本の製紙産業として、その製品が環境にどのような負荷を与えているのかを知る必要があり、我々自身の手でそのデータを集めるべきであろう。

(本文 24 ページ)

日本の焼物文化について

陶芸家 加藤 舜陶

日本は焼き物の非常に優れた国である。その歴史をみると 8 世紀以降、大体 400 年周期に焼物の大きな変革がある。即ち、6 世紀から 8 世紀は中国の唐の文化が朝鮮に伝わり、朝鮮で須恵器が盛んに焼かれた。この焼き物は、8 世紀頃、仏教の伝来とともに日本に伝わり、ろくろ (轆轤) の技術が発達した。非常に薄くて堅牢でシャープなろくろの遠心の美を備えた名品が作られ、今日のろくろ芸術の手本になっている。次の 12 世紀は、中国の天目茶碗の釉 (うわぐすり) をかけた焼き物技術が伝わり、瀬戸焼が誕生。さらに、常滑 (とこなべ)、信楽 (しがらき)、越前、丹波、備前の 6 古窯と呼ぶ 6 か所の窯で

LCA (Life Cycle Assessment) Symposium 参加報告

紙パルプ技術協会 飯田 清 昭

Report on Life Cycle Assessment Symposium

Kiyoaki Iida
JAPAN TAPPI

In 1955, TAPPI listed four topics (fiber supply, minimum effluent mill, marketing education and life cycle assessment) as the most urgent ones to be investigated. Following the recommendation, TAPPI organized Life Cycle Assessment Symposium on January 24-27, 1996 at Atlanta, cosponsored by AF & PA and NCASI.

LCA is defined as the technique for assessing the environmental aspects and potential impacts associated with a product by compiling an inventory, evaluating the potential impacts and interpreting the results.

Almost 90 experts attended the symposium and applying the technique to pulp and paper products was discussed along with the presentation of several LCA studies in Europe and U.S.A.

第1部：概 要

1. 経 緯

1970年代にエネルギー危機から、その商品がどれだけエネルギーを消費するかが問題となり、LCA手法が開発された。さらに、1980年代後半から、ある製品の環境に与える負荷をその製品の評価に加えるべきであるとする考えがヨーロッパで生まれた。その際に、製品の原材料の生成から廃棄物として処理されるまでの一生 (life cycle) にわたって環境に与える総負荷で評価すべきで、そのためにLCA手法の開発と応用が進められてきた。さらに、最近ではISO-TC 207 (ISO 14000) の中で環境管理の一つの手法として検討され、日本でも関心を集めている。

このような背景から、アメリカのTAPPI, AF & PA, NCASI共同でそのシンポジウムを企画し、U.S.A.を中心に世界各国から85名が参加し、熱心な討議が行われた。そのシンポジウム*に参加の機会を得たので、以下にその内容を紹介する。

*開催場所：Atlanta, U.S.A.

*開催日時：Jan. 25-26, 1995

2. LCA の定義

LCAとは、ある製品の環境面での特徴と潜在的な環境への影響をその製品の一生（揺り籠から墓場まで）にわたって評価する技術で、以下の事を行う。

- *そのシステムにおいて、製品単位量あたり、その原材料の投入と環境への排出をまとめた集積表 (inventory) の作成
- *それらの投入と排出に関連する潜在的な環境への影響の評価
- *その調査の目的との関係において集積表と影響評価の解説

LCI (Life Cycle Inventory) という語も使われるが、上記の作業でもっとも重要な集積表 (inventory) の作成とそのデータ・ベース化を意味する。

3. 具体的な応用例

3.1 ヨーロッパ

Green Peaceに代表されるように環境問題への関心の高まりから、いろいろの製品が環境に良いのかどうかと言う疑問が投げかけられ、それに対し行政側が答えなければならなくなった。

そして、1990年頃からLCAが環境に対する負荷を

予測する科学的な手法として注目されだした。

また、ヨーロッパでは、複数の国にまたがる問題が多く、そのためにも客観的な手法が求められた。

具体的に使用された例として次のものが紹介された。

(1) 独

- ・印刷用紙に virgin fiber と古紙を用いる事 of 環境に対する負荷評価
- ・新しく制定された包装廃棄物法のもとでリサイクルの負荷評価

(2) スウェーデン

- ・青果物の輸送において紙袋 (PE ラミ) とプラスチック袋の環境負荷比較

(3) EU

- ・青果物の輸送において段ボールとプラスチックの通い箱 (Crate) の環境負荷比較。

(4) 仏

- ・包装材の回収と再使用の環境に与える負荷比較 (回収・再利用に上限)

これらの例 (詳細は第2部参照) からわかるように、政策決定の一つの手段として用いられ、その結果が社会的に大きな影響を与えてきた。

従って、環境管理を目的とした ISO 14000 の中で、方法手段として取り上げ、普遍的な適用が検討されている。

ヨーロッパでのもう一つの動きが Eco-Label である。これも ISO 14000 の中で検討されているが、このラベルを得る条件に LCA を組み込んでいる。一方、この制定にはかなり不透明な点も多く、アメリカ側は一つの非関税障壁とみなし抵抗している。

3.2 U.S.A.

U.S.A. では、企業がその有用性に着目し、1980年代から使いだしてきた (P & G, Sonoco, Geogea-Pacific, International Paper, Dow Chemical)。これらは、企業内で、製品仕様を決める際に、環境に与える負荷も一つの因子として取り上げることルール化し、企業倫理を確立してきた。1990年代に入り、SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) が LCA を取り上げ積極的にフォーラムを開催し、世界の LCA 研究の連携を進めている。

このような動きから、EPA が手法として大きな興味を示している。また、AF & PA は業界として調査すべき問題に取り上げ、NCASI (末尾参考資料4参照) と協力し、業界として各プロセスの原材料の投入と環境への排出の代表値をまとめだした (benchmark)。また、TAPPI も 1995 年に将来重要な 4 つのテーマ (Fiber supply, Min. Effluent mill, Marketing

education and LCA) の一つに取り上げた。具体的に政策決定の場で使用されたケースはまだないが、今後広く利用される事を予想させる。

USA における企業内および業界の具体的な利用例を以下に紹介する

(1) 企業内の使用例

①Sonoco

1993 年から企業内で LCA を研究し、既に 2 つの場合で評価を行った。その際の Software を市販している。また、1996 年には少なくとも 3 つの内部評価を行う。

②International Paper

1990-1991 年に、紙とプラスチックについて LCI をまとめた。1991 年に Environmental Analysis group をもうけ、Business group の製品開発に助言を行ってきた。

③Scott

各種の business needs にあわせて LCI の作成、評価を行っている。一つの経験として、U.K. で virgin pulp のティッシュにたいし消費者から環境に好ましくないとして不買運動が起きた。このとき原材料の購入に対しその環境負荷のランクづけを行い、環境の負荷を極力増さないように努力している姿勢を示し切り抜けた。現在、製品開発、プロセス改善、投資等の決定の手法に組み込まれている。

④The Procter and Gamble

LCI (energy and material use, air and water emissions, waste generation 等の原単位表) を企業の環境プログラムの基本手法として使用している。エネルギー・材料の使用効率、再利用性、廃棄物処理との適合性等について、LCA の専門家と研究者、エンジニアとが一緒になって、作業する。

⑤Dow Chemical: 環境に関するいろいろの事柄に LCA を応用してきている (Eco-Efficiency Profile)。

(2) 業界としてに利用

①AF & PA

その重要性を認識し、積極的に利用をはかっている。そのひとつとして、2 つの目的 (森林製品に関連する事象に LCI の手法をより適用する事、森林関連製品について代表値を設定する事) のため、森林製品についての LCI をほぼ完成した (final stage)。また、Roy F. Weston Inc. によるものが User's Guide for conducting LCI studies in the forest industry として近い内に公表される。この LCI の作成のため、NCASI がデータを集めた。データの収集は大変な作業で、専門家のチェックが必要である。また、プロセスが絶え

ず変わるたびデータの修正が必要で、これがさらに大変である。

②Western Wood Products Association

アメリカ西部で森林の伐採について反対運動が起きた。そこで、LCAにより木材紙製品の分析を行った。これにより、その環境に与える負荷を具体的に示す事により理解を得た。

3.3 日 本

日本でも欧米に刺激され、1980年代にリサイクルの効果分析等に利用されてきた。さらに、二酸化炭素に注目した基礎素材のエネルギー解析等が行われた。1990年代に入ると、本格的な積み上げ方式によるLCA研究が開始され、プラスチック処理促進協会によるプラスチック包装容器材に関する研究とデータ・ベース化、日本生活共同組合による「環境21計画」の一環として飲料容器に関する研究、環境庁による「環境への負荷の評価に関する予備的な研究」等が行われている。

一方、環境監査の動きから、ISO TC-207が1993年に第1回の会議を持ち、その運動の1つにLCAを組み込んだ。このTCのSC5(Subcommittee 5)がLCAを取り上げており、そのWG3(Working Group 3)がLCIを担当し、日本の石谷 久氏がリーダーを務めている。なお、この部会には、日本製紙連合会がメンバーとして参加している。このように、日本はISO 9000の失敗から、ISO 14000には多くの代表を出している。日本においても、今後LCAの手法による評価が広がるであろう。

4. LCAの問題点

LCAは環境に与える負荷を考える際の有用な方法として広く利用されているが、決して絶対的なものではなく、あくまで方法論の一つである。専門家の間で、以下のような問題が指摘されている。

(1) 客観的な答を出そうとするが、データが完全に入手できない場合が多く、従って、多くの仮定が入り、客観性が失われる。

(2) データ・ベース(LCI)の作成が大変であり、さらに、社会の変化に従ってデータを更新する必要がある、これが多くの労力を要する。

(3) 現時点では、健康に対する影響や毒性に関する評価ができない。これについては、手法が検討されている。

5. 日本の紙パルプ産業における取り組み

商品の評価を単に機能だけでなく、環境に与える負

荷も考えるべきとする見方は、日本にも定着して行くであろう。その評価の手法としてLCAはますます重要になる。現に、日本でも、我々の知らないうちに、参考2に示すように、紙製品と他の商品のLCA比較が行われている。

一方、製紙産業として、その製品が環境にどのような負荷を与えているのかを知る必要があり、かつ、そのデータによりその製品の良さを積極的に社会に示す必要がある。AF & PAはちょうどその作業を行ったところである。

日本の製紙産業は世界でも特殊な生産形態をとっている。従って、我々自身の手でそのデータを集めるべきであろう。しかし、LCIは大きな作業と費用を要する。これを如何に負担していくか業界としていそいで検討をはじめべきである。

6. 各国の環境にたいする姿勢

6.1 ヨーロッパ

1980年代から環境にたいする関心が高まり、多くの環境運動が展開されている。この根底にあるのは、ヨーロッパの人たちがこれ以上環境に負荷が加わると取り返しのつかない事になると言う危機意識がある。これが有機塩素化合物の禁止や包装廃棄物の回収・再利用の動きとなっている。この強い関心に対し、企業として、真剣に対応しなければ存続できず、北欧の製紙産業は環境に対する姿勢を大きく変えてきている。例えば、LCAとは直接関連はないが、AOXに代表される排水の負荷を一気に世界の最小レベルに下げるとともに、フィンランド等は各工場の総排出量を公表している。また、工場からの排出量を最小にするため、積極的にその技術開発に取り組んでいる(Min. Effluent Mill Symposium 参照)。アメリカや日本に比べ真剣な印象を受けるが、その根底には、ヨーロッパにおける環境に対する危機意識があると考えられる。

6.2 アメリカ

アメリカではダイオキシンが汚染を引き起こし大きな問題となったが、最近の認識として、ダイオキシンは過ぎた時の様子がうかがえる。また、ヨーロッパに見られるような環境問題に対する危機意識もあまりうかがえない。例えば、問題となるのは、切実な環境汚染でなく、しまふくろうのために木を切ってはいけないとする動きである。古紙利用に関しても、大衆運動の盛り上がりよりは、政府の指導でむりやり押し進められている印象をうける。さらに、彼らの生活(大きな冷暖房の家、大きな車による通勤)は環境が切迫し

ているとの意識は感じられず、世界で一番 CO₂ を排出しながら、その生活レベルを下げる事に反対している姿勢にもうかがえる。したがって、Min. Effluent Mill に対する取り組みも個々の問題を抱えた企業がようやく世界の水準にするためと言うように見える。(Union Camp のオゾン利用も、排水の色を改善するためにとった手段で、依然として他の 2 ラインは従来のシーケンスである) その社会が直面している環境の危機意識の度合いの違いが、社会の行動、企業の行動に反映されているような印象を受ける。

6.3 日 本

これに反し、日本では、1970 年代に環境に対し大きな危機意識が生まれ企業はその存続を賭けて環境改善に対応した。その結果、日本の社会には現在危機を切り抜けたと言う意識があり、現在ヨーロッパのような高まりが見られない。また、その結果として、今回の環境基本計画に見られるように、環境に負荷を与えているのは、産業活動のみなく、一般の日常の生活が大きな負荷を与えているとする認識が生まれた。これは、環境の危機を切り抜けた日本がたどりついた新しい対応で、今後の環境問題の基本指針となり、世界的に参考となろう。

時間的な流れでとらえると、ヨーロッパは日本の 1970 年代の社会的な危機意識を今経験しており、アメリカはまだまだその危機的な様相まで間がある段階にいると言える。

第 2 部：応用例紹介

1. 独の印刷用紙の原料に関する LCA

(1) 目的

印刷紙の原料として古紙パルプと virgin fiber の優劣が絶えず世論の関心となっている。これに対し、German Federal Environmental Agency (UBA) の承認のもとに LAC が行われた。

(2) Products

①Newsprint

②Magazine paper

③Photo copy paper

(3)Parameters

①Fiber consumption

②Bleaching procedure

③Surface treatment

④Transportation distance

⑤Printing technology

(4) 影響を与える領域

①Resource consumption

②Use of natural area

③Toxicological impact

④Acidification

⑤Formation of summer smog

⑥Noise impact

各製品について生産のパラメータをそれぞれ決め、その製品の生産プロセスについて LCI (製品の一生にわたり材の投入と排出の原単位集積表) を作成する。ついでいくつかのシナリオ (virgin fiber と古紙パルプの比率いろいろ変える) に基づき各領域に与える影響を LCI を用いて推定する。

この調査にともない、次のメンバーからなる Project panel が作られ、これが技術的な勧告や最終の評価を行う際に UBA を助ける。

(4) Member of Project panel

①Industrial members

Forest owner, Pulp and paper industry, Printing industry, Waste management industry, Chemical industry

②Social members

Consumers organizations, Environment groups, Working union

実際に行うと、同じデータを用いても、専門家の間でまったく異なった結論になってしまい、policy making に用いるのが困難になる。また、独では、大量のパルプがスカンジナビアから輸入されているが、このスカンジナビア (upstream) でのデータが公開されないため独のみでの optimum を求める事にならざるをえない。Upstream は独自に optimum を求める事になる。

2. FEFCO による輸送包装に関する調査

1993 年に European Federation of Corrugated Board Producers のために行われた。そのきっかけは、独の distributors が再利用の包装容器を好み、かつ、1993 年の European Directive on Packaging and Packaging Waste (包装及び包装廃棄物に関する EU 指針) によるものとする。

(1) 対象

1. 仏のトマトを独へ運ぶ

2. 仏のカリフラワーを独へ運ぶ

3. スペインのオレンジを独へ運ぶ

4. オランダのトマトを英へ運ぶ

(2) 包装システム

1. 6 kg 包装用段ボール 0.34 kg

2. 6 kg 包装用 PP クレート 0.71 kg

(3) LCI システム

(4) LCA

CO₂, NO_x, SO₂ 等について、各工程で排出負荷を算出し、2つの包装システムで比較する。結果として、2つのシステムでどちらが良いとは結論を出せなかった。

3. 古紙利用の最適化に関する LCA (LCA for Used Paper mangement Options)

担当団体は Executive Office of the French Ministry of the Environment.

EU Directives (Draft) として、包装材のリサイクルを極力進めるとするものが 1993 年に出された。これに対し上記機関が包装廃棄物管理についていくつかのケースについて LCA を行った。その結果、予想外の結果が得られ EU Directives が大きく修正された (Dec. 1994)。

リサイクルは一つの生産プロセスに相当し、環境に負荷を与える。(びん:回収輸送, 洗浄廃液) 極端なりサイクルはかえって負荷を増す。従って、EU Directives は次のようにリサイクルに上限を設定した。

- Package waste recovery rate: 50-65%
- Package waste recycle rate: 25-40%

4. 紙袋による輸送 (Distribution in Paper Sacks)

紙袋のメーカーの団体である Eurosac and Eurokraft がスポンサーとなり PE ラミクラフト袋と PE 袋の LCA を委託した。

(1) LCI の作成者

Ecobilan (France) ~ LCI ではヨーロッパの評価の高い機関

(2) 評価の実行者

Chalmers Industri Teknik (Sweden) ~ 同上

(3) Critical Reviewer

CML (Holland)

40 kg 及び 20 kg 包装用のクラフト袋と PE 袋を比較。PE のデータは PWMI (Olastic Waste Management Institute) より、クラフト袋のデータは西ヨーロッパの袋用紙メーカーから入手した。

(4) システム

Transport が各工程に入る。これが環境に大きな負荷を与える。

Inventory の作成の後、いくつかのシナリオについて評価を行った。負荷の項目としては Energy, CO₂, SO₂, NO_x 等である。ついで、これらを総合して Environment Load Unit (ELU) を計算する。結果として、紙の方が ELU が低く、環境の負荷が少ない。

5. 森林製品に関する LCI の作成 (Forest Product Industry LCI studies)

NCASI が AF & PA の要請を受け、森林製品に関する LCI をほぼ完成した。

次の 4 つの分野でデータを集めた。

(1) Forest operation

- Energy
- fertilizer
- herbicide
- CO₂ uptake

(2) Mill operation

例えば、次のような例についてそれぞれデータを集める。

Ex. Bleached product with recycled fiber.

このためには、各工程の消費、排出のデータが必要になる。一方、工場での工程別の配賦がそれぞれ異なり、基礎の数値を得るのが大変。特に recycled fiber を含む製品の際に、配賦 (Ex. energy) が困難であった。また、薬品を共用している場合もそうである。Unit operation の原単位、排出、用水量等は集め易い。Wood yard, waste treatment, lime kiln 等はデータが不正確。Poor estimation of CO₂ emission. 工場の場所により規制値が異なる。輸送距離の査定が必要。

Paper products の LCI のデータは generally of very good quality しかし、エキスパートのチェックが必要。

6. 森林製品の LCI (Case Study)

Roy F. Weston Inc. の例であり、以下の因子につきほぼ LCI を完成した。これは、User's Guide for conducting studies in the forest industry として近い内に公表される。

- Material use
- Energy use
- Carbon cycle in forest system
- Carbon input and output

(末尾添付) 参考資料

参考 1 : LCA の費用 (Frank J. Consoli による)

* Internal

You do : \$ 0-15,000

Consultants : \$ 10,000-15,000

Trade Association : \$ 25,000- ?

* External

Single Product : \$ 25,000- ?

Comparison : \$ 50,000- ?

参考 2 : 日本における応用例

LCA に関する解説書はまだ多くなく、例えば、未踏科学技術協会、エコマテリアル研究会編「LCA のすべて」(工業調査会)がある。その中で、プラスチック製品の使用増加が地球環境に及ぼす影響評価の例が紹介されているが、具体的な手法として参考になる。

また、別の例として、包装容器の環境評価に関する中間報告(日本生活協同組合連合会)が紹介されている。

参考 3 : ISO TC-207 (ISO 14000) の組織

添付図参照。

参考 4 : NCASI について

NCASI (National Council of the Paper Industry for Air and Stream Improvement, Inc.) は、アメリカにおいて環境問題の研究機関として重要な役目を果たしているが、その内容を入手したので紹介する。

1. メンバー

アメリカの紙パルプおよび木材製品関連企業 100 社

添付図 ISO/TC207 の組織

が会費 (full dues) を払って維持している。ほかに、アメリカ以外から 13 の Affiliate Members が年会費 (\$ 1,433) で参加している。

2. 設 立

1943 年で、排水管理研究プログラムを遂行するために、アメリカ製紙産業のリーダー・シップで生れた。

3. 目 的

紙パルプ及び木材関連業界の環境管理に関する幅広い技術的・科学的な研究プログラムを遂行することで、(a)水と大気の汚染管理、(b)固形廃棄物管理、(c)製品の

排気・回収、(d)その他従業員や地域の健康問題等を含んでいる。

4. 予 算

\$ 12 百万で、ほかに特別プロジェクト予算 (1995 年は \$ 5 百万) がある。

具体的な活動の例では、1993 年の EPA の排水・排気の規制案に関し、その基礎となる膨大なデータの収集・分析を行った。また、印刷物やセミナー等により業界に環境問題の情報提供や勧告も活発に行っている。

(1995 年 2 月 15 日 まとめ)