

〔研究報告書No.3〕

自動車における軽量化・LCA化および 企業情報ネットワークに関する研究

2004年（平成16年）3月

新潟経営大学
地域活性化研究所

序 自動車産業を巡る環境変化と軽量金属開発論の意義

蛸名保彦

(新潟経営大学教授)

現在自動車産業は世界的な再編成過程にある。再編成の底流には自動車産業を取り巻く環境において二つの重要な変化が進行している。一つは環境規制の強化であり、いま一つは情報ネットワークシステムの発展である。

まず、自動車産業に対する環境規制が急速に強化され始めているということを指摘しておかなければならない。環境規制強化に対する対策如何が今や自動車メーカーの存続自体をも左右しかねないほど死活的な問題となっているからだ。そうした背景の下で「要素開発」とりわけ軽量金属材料開発の必要性が急速に高まっている。いわゆる要素開発論の台頭であり、軽量金属材料開発の意義が改めて問われているのである。とくに、EUでは要素開発にとって不可欠なLCA (Life Cycle Assessment) コンセプト^(注1)が製品コンセプトにとって今や欠かせない構成要素となりつつある。その意味でLCAソフト開発が自動車産業にとっても急務となっており、軽量金属材料開発にとっても重要な課題となるに至っているのである。

次に情報ネットワークシステムについてはどうか。情報ネットワークシステムの急速な発展を背景とする自動車産業の情報ネットワークシステムの展開を見落とせない。とくに、再編成過程が自動車産業における情報ネットワークシステムのグローバルな展開と表裏の関係にあるということのをわれわれは看過してはならない。とりわけ「共通ネットワークシステム」^(注2)のグローバルな展開^(注3)が重要である。その際見落とせないのは、「共通ネットワークシステム」登場の背景には「専用ネットワークシステム」—その典型はVPN (Virtual Private Network) である—の限界が横たわっているという点である。「専用ネットワークシステム」の矛盾は今や世界的な問題とさえなり始めていると云っても過言ではないようだ。CAD (Computer Aided Design) データやEDI (Electronic Data Interchange) データなどの急速な普及に伴うネットワーク及び業務アプリケーションの発展が、「多回線・多端末」状態の輻輳化という形で「専用ネットワークシステム」の限界を露呈させており、その結果CADデータやEDIデータのこれ以上の普及自体が困難化するという事態すら生じかねないからだ。しかもこうした「多回線・多端末」状況は、情報ネットワークシステムの本質に潜む“デジタル・デバイド” —とりわけアSEMBラーとパーツサプライヤー間のそれ—をさらに増幅させるという側面を孕んでいることもまた見逃せないのである。

ところで、前者の環境規制強化と後者の情報ネットワークシステムは相互に関連し合っているということが重要である。設計思想の共有に由来するLCAコンセプトと情報ネットワークシステムの“親和性”^(注4)は、両者の「融合」を促しており、その結果、LCAコンセプトと情報ネットワークシステムのクロスオーバーによるLCAソフト開発の重要性が自動車産業においても強まっている。さらにその延長線上で、LCAソフト搭載型情報ネットワークシステムを—しかもグローバルなネットワークシステムとして—稼働させる可能性が

浮上してきている。その意味で「共通ネットワークシステム」もまたLCAとの融合という新たな課題を避けては通れなくなりつつあると云える。

上記に関連して、環境規制の強化とともに「グリーン調達」論が強まっていることもまた見逃せない。グリーン調達論自体は環境規制の一環をなしている以上当然必要なことであるが、看過できないのは、同時にそれが調達条件を充たし得ない企業とくにパーツサプライヤーの安易な切り捨てに結びつく可能性を秘めており、新たなデバインドすなわち“グリーン・デバインド”を惹起する可能性を伏在させているという点だ。観方を代えればそのことは、LCAコンセプトと情報ネットワークシステムの“親和性”が“グリーン・デバインド”と“デジタル・デバインド”との結合を通じて両者の相乗作用を引き起こしかねないという危険性にすら繋がっている—ということの意味しているのである。つまり、「専用ネットワークシステム」とりわけVPNの“デジタル・デバインド”拡大効果は“グリーン・デバインド”を増幅させる可能性を孕んでいるという訳だ。そうした事態に陥れば、パーツサプライヤーの立場はますます困難なものになることは明らかである。VPNに潜在しているこうした二重の意味での“デバインド”を回避するためにも、われわれは、「共通ネットワークシステム」の形成とそれを通じてのLCAソフト開発を急がなければならないのである。

そこで本研究は、自動車産業を巡る二つの環境変化及び両者の相互関係に着目し、LCAコンセプトと情報ネットワークシステムとの融合によるLCAソフト開発—とりわけ「共通ネットワークシステム」とのクロスオーバーによるソフト開発—について研究し、軽量金属材料開発の今日的意義を明らかにすることを目的としている。以上の目的に沿って本研究は以下の四つの課題を研究する。

第一は環境規制強化対策に係わる研究である。それは、(イ) 要素開発論として登場してきた軽量金属材料開発が自動車産業にとって如何なる意味を持っているのか、(ロ) その際、自動車向け用途開発が既に本格化し始めているアルミニウム合金と比較して、物理的・経済的条件は充たしているにもかかわらず経済的条件の未充足に因り未だにそれが本格化し得ていないマグネシウム合金のフィージビリティをどのように見込むことができるのか—という諸点を解明することである。

第二は情報ネットワークシステムの展開に関する研究である。それは、(イ) 「専用ネットワークシステム」の限界とは何か、(ロ) 「共通ネットワークシステム」が「専用ネットワークシステム」の限界を果たして克服し得るのか、(ハ) それとも両者の共生・融合の可能性を追求すべきなのか—という諸点を解明することである(注5)。

第三は環境規制強化対策と情報ネットワークシステム展開の相互関連性についての研究である。それは、(イ) LCAコンセプトと情報ネットワークシステムとの融合において「共通ネットワークシステム」が如何なる意味をもつのか、(ロ) その場合、「共通ネットワークシステム」はどのような役割を果たし得るのか—という問題の解明である。

最後は地域情報ネットワークシステムに関する研究である。この問題は本研究にとっては補論ではあるが、地域における企業情報ネットワークシステムとくに製造業におけるそれを考える上で極めて重要な意味を持っている。そこで、本研究としてもこの問題を取り上げることにした。とくに製造業集積地域におけるコラボレーションにおいていわゆるSCM (Supply Chain Management) がどのような意味を持っているのかということの解明のために、新潟県中越地域の金属加工業におけるB to Bネットワークである「越後ものづくりネットワーク」を事例として取り上げた。それは、三つのシステム(「受注引き合い情報共有システム」、「地場企業技術情報データベース」及び「大容量データ転送システム」)を駆使することによって、(イ) 地域製造業企業間における迅速かつ大容量の情報共有化に一定の成果を上げることができた、(ロ) ユーザー企業が望む

「ものづくり」に伝えることを通じて日本の「ものづくり」における「技」の継承・発展に対しても貢献することができた—という点で、「越後ものづくりネットワーク」が形式知の共有化のみならず日本的ナレッジ・マネジメントの核心をなす暗黙知の共有化にも迫っているからである。

本研究は、新潟経営大学・地域活性化研究所の2003年度研究プロジェクト「自動車の軽量化とアルミニウム合金・マグネシウム合金用途開発の事業化に関する研究」の中間報告としてまとめたものである。本研究プロジェクトのメンバーは以下のとおりである。

蛸名保彦（新潟経営大学）（主査）
石井泰幸（新潟経営大学）
伊平一也（新潟経営大学・地域活性化研究所）
渡辺豈臣（〔財〕にいがた産業創造機構）（順不同）

また本研究に当たっては、多くの関係者の協力を得た。とくに以下の方々にはヒヤリングやアドバイスを通じて多大のご協力・ご支援を得た。

福間康浩（〔財〕日本自動車研究所・JNXセンターセンター長）
庄司敏一（〔財〕日本自動車研究所・JNXセンター主任研究員）
行田克之（株式会社リケン営業企画課長）
橋爪一雄（株式会社リケン営業企画課）
飯田寿夫（株式会社リケン業務改革部）
真武直政（日立金属エム・ピー・エフ代表取締役社長）
秋友一広（日立金属エム・ピー・エフ取締役・営業企画部長）
渡辺 洋（日立金属エム・ピー・エフ技師長）
秋田真次（JFE精密株式会社代表取締役社長）
寺尾星明（JFE精密株式会社製造部次長）
井口 宏（株式会社東京ロストワックス工業代表取締役）
賀井治久（株式会社ツバメックス代表取締役社長）（順不同）

ここに心より謝意を表する次第である。

平成16年 2月15日

研究プロジェクト主査
蛸 名 保 彦

（注1）LCAとは、原料採取・製造・流通・消費（使用）・廃棄という製品の全ライフサイクルに亘って環境負荷を包括的に測定し、その軽減目標を設定するコンセプトのことである。因みに、現在の日本の有力企業4,000社を取り上げた場合、LCA導入比率は既に平均で35.6%を記録しており、なかでも電機産業の場合は44.2%に達しているとされる（第Ⅱ部第4章〔注9〕を参照のこと）。

- (注 2) 「共通ネットワークシステム」とは、情報ネットワークシステムにおけるエクストラネット仕様のインフラストラクチャーである。この点に関する理論的な研究については、拙稿「アジア共生型『ビジネス情報ネットワーク』の提唱—新潟経営大学ビジネスフォーラムの論点整理と課題—」(新潟経営大学・地域活性化研究所『地域活性化ジャーナル』[第7号]) 第4章 [p.16~29] 及び拙稿「The Virtual Manufacturing and a design of North East Asian Information Network—The way how we can overcome the “Digital Divide” in North East Asian SMEs (Small&Medium-sized Enterprises) and get the “Digital Opportunity” for them—」(Niigata University of Management『Journal of Niigata University of Management』[No.7]) Chapter 4 [p.20~40] を参照されたい。
- (注 3) われわれはそれをGNX (Global Network eXchange) と呼ぶことにする。それは、米自動車業界のANX (Advanced Network eXchange)、ヨーロッパ自動車業界のENX (European Network eXchange) さらに日本の自動車業界のJNX (Japanese automotive Network eXchange) などからなっている。なお、米自動車業界によって設立されたANXの当初の名称はAutomotive Network eXchangeであったが、現在は自動車以外の業界をも取り込むためにAdvanced Network eXchangeという名称に変更されている。
- (注 4) LCAコンセプトと情報ネットワークシステムは、共にライフサイクル思想に依拠しているという点で設計思想を共有している。詳しくはYasuhiko Ebina「A proposal of Asian Green Manufacturing Network—For the formation of Asian Environmenta & Economic Zone—」(Niigata University of Management『Journal of Niigata University of Management』[No.9]) Chapter 3 [p.36~44] を参照のこと。
- (注 5) 「専用ネットワークシステム」と「共通ネットワークシステム」に関するここでの区分は、あくまでも概念上の区分であるということに留意されたい。本研究第Ⅱ部で詳論するように、両者は実際には融合する可能性を伏在させているからだ。

第 I 部

マグネシウム合金開発の方向について

第 I 部 マグネシウム合金開発の方向について

蛸 名 保 彦
(新潟経営大学教授)

はじめに

本稿の研究課題は、第一に、環境規制のクリアという観点から自動車産業における軽量金属材料開発の意義を明らかにすること、第二にその際、物理的・機械的・経済的観点から、アルミニウム合金及びマグネシウム合金の自動車向け用途開発上の特性を比較検討すること、第三に、両合金の特性を比較検討した上で、マグネシウム合金の自動車向け用途開発におけるフィージビリティを明らかにすること、そして最後に、上記特性を計量化する上で有効なLCAソフト開発上の課題を明らかにすること一である。

そこで本稿では、(イ)自動車産業における諸機能面と環境面における軽量金属素材の役割、(ロ)アルミニウム合金及びマグネシウム合金のそれぞれについて上記 [イ] における役割、(ハ)用途開発における両合金の特性、(ニ)軽量金属材料開発におけるLCAソフトの役割及び課題一などの検討を通じて上記の研究課題を解明することにする。

1. 自動車部品素材としての軽量金属素材の役割

ここでは、自動車部品素材としての軽量金属素材一とくにアルミニウム合金及びマグネシウム合金を中心とした軽量金属素材一の役割を、機能・経済面でのそれと、環境面でのそれとに区分し検討する。

(1) 機能・経済面での役割

まず機能・経済面での役割は以下の四点に整理される。

① 運動性能向上

第一に運動性能向上が挙げられる。例えばそれは、日米欧での車体アルミ化の目的と開発状況を見た場合、「目的とニーズ」の中に共通して重視されていることから領けよう(図表 I-1-1参照)。

② 安全性向上

第二は安全性向上である。この点については、上記「目的とニーズ」からも明らかなように、車の衝突の際における安全性向上という観点から、軽量性と安全性との両立が求められているのである(図表 I-1-1参照)。

③ モジュール化

第三はモジュール化である。1万点を超える部品からなる車の生産において部品点数の効率化と削減は、生産の効率化にとって不可欠な課題である。

④ コストダウン

最後はコストダウンである。この点は軽量化による燃費向上に関わるので、別途詳論する。

(2) 環境面での役割

環境面での役割は以下の四点である。

① 燃費向上

第一は燃費向上である。一般的に云って、車体重量と燃費向上との関係においては逆比例関係が成立しているとされる(図表 I-1-2-[1]参照)(注 1)。まずアルミニウム合金車について。ヨーロッパにおける実験では、車体を100kg軽量化すれば、100kmの走行で0.6リットルの燃料が節約できるとされている(注 2)。その結果、現行1400kgの中型セダンをアルミ使用による軽量化によって1,100kgにすると、生涯走行距離(注 3)で約3,000リットルの燃料が節約できると計算されている(図表 I-1-2-[2]参照)(注 4)。次に超軽量スチールを利用した場合も車体軽量化と燃費向上との間に僅かではあるが(注 5)やはり正の関係が確認される。世界鉄鋼協会主導の下で進められているスチール製超軽量車の開発プロジェクト ULSAB (Ultra Light Steel Auto Body) でも燃費向上の目途が一定程度ついたと報告されている(図表 I-1-2-[3]参照)(注 6)。

② リサイクル性向上

第二はリサイクル性向上である。例えばEUは自動車産業に対するリサイクル指令(ELV指令)を出したが、それは極めて厳しいものである。すなわち、リサイクル目標は2006年1月から重量ベースで85%以上、2015年1月から同じく95%以上を義務づけるというものだ(注 7)。こうした厳しい規制の下では、金属素材のリサイクル性もまた一層向上を計ることを余儀なくされよう。

③ 非有害性向上

第三は非有害性向上である。やはりEUは、自動車を含む全産業を対象にして有害物質使用禁止指令(ROHS指令)を出している(注 8)。かくして、金属素材についても非有害物質使用との関連性が一層厳しく問われることになる。

④ 省エネルギー

最後に省エネルギー効果も見逃せない。この点についてはここでは、第一点すなわち軽量化による燃費向上はエネルギー節約と同義であるとしておこう。

図表 I-1-1 日米欧での車体アルミ化の目的と開発状況

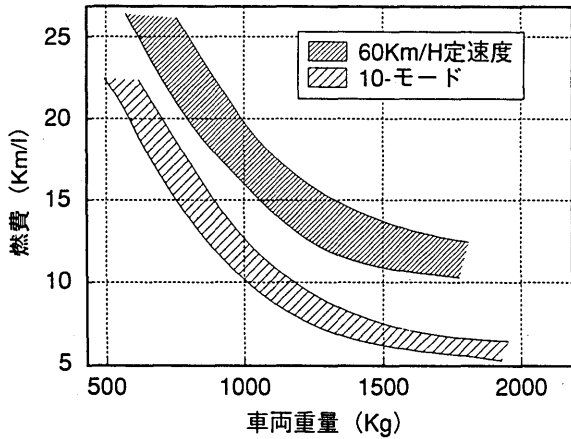
	日 本	米 国	欧 州
目的・ニーズ	○熱費・排ガス規制 ●運動性向上 ●安全対策等重量増加対策 ○モジュール化対策	●熱費・排ガス規制 ○運動性能向上 ○安全対策等重量増加対策 ○モジュール化対策	●熱費・排ガス規制 ○運動性向上 ○安全対策等重量増加対策 ●モジュール化対策
状況・動向	○COP3で熱費改善に拍車 ○2010年に対95年比20%改善 ○自動車税を排気量別から熱費別への動き	○現行 C A F E 対策で四苦八苦 ○P N G V 車 (80MPG) 開発：2004年目標 ○超軽量鋼製車開発 (ULSAB, -SAC, -SAS)	○自動車税全廃⇒熟料税へ移行の構想 ○3L/100Km車99年量産 ○独2005年に対90年比25%改善
熱意順位	3	2	1

(出所) 日本アルミニウム協会・自動車委員会「自動車アルミ化」

[URL: <http://www.keikyo-unet.ocn.ne.jp/>]・I「アルミ化の目的と効果」・表 日米欧での車体アルミ化の目的と開発状況) 1/1より。

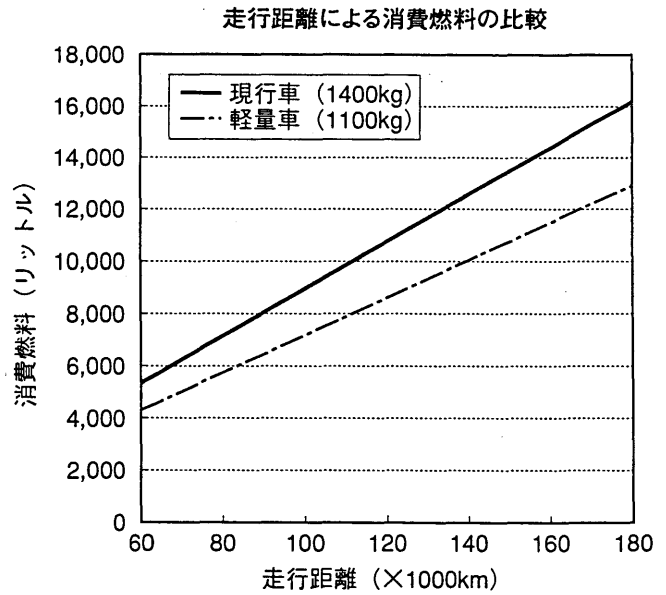
図表 I-1-2 車両重量と燃費の関係

[1] 車体軽量化と燃費向上との関係について



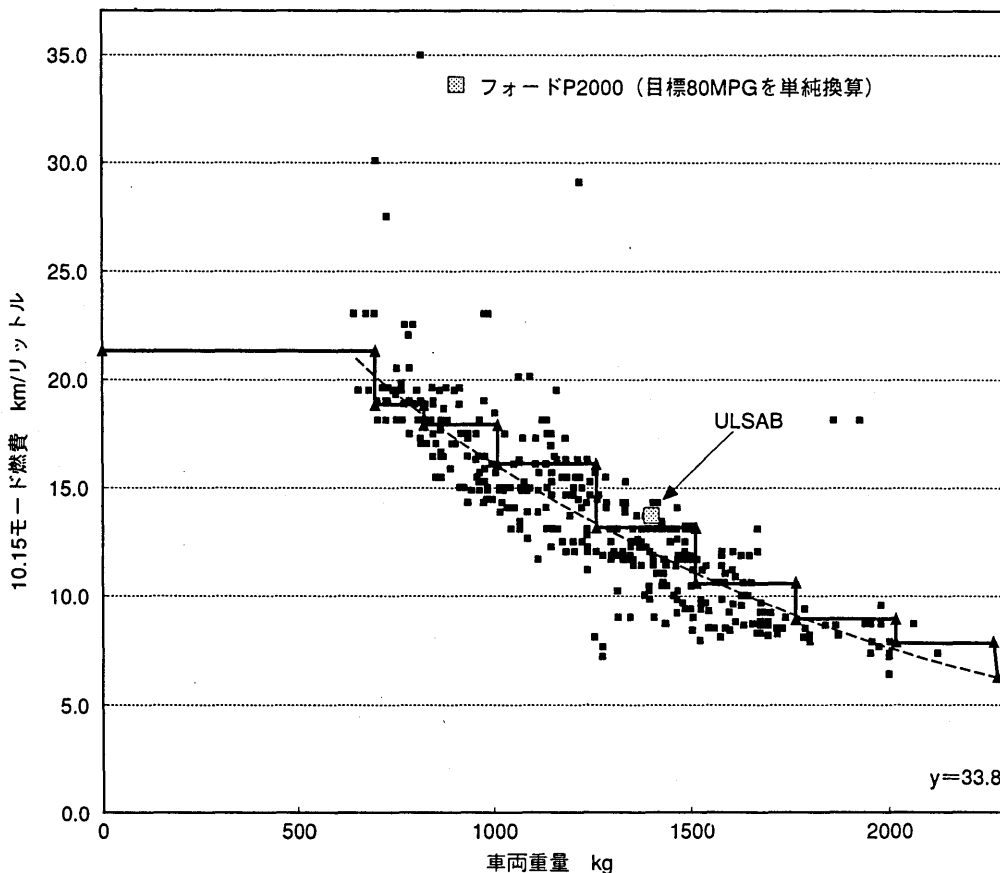
(出所) 松岡邦男「マグネシウムの合金の特性と製品開発の動向」

[2] アルミ合金利用車のケース



(出所) 日本アルミニウム協会・自動車委員会「自動車アルミ化」
 [URL ; <http://www.keikyo-unet.ocn.ne.jp/>] ・ II 「アルミ需要動向」 ・ 〈欧州：自動車のアルミ化の現状と今後〉 ・ 〈図 走行距離による消費燃料の比較〉 1/1より。

[3] 超軽量スチール車のケース (2001年10月現在市販ガソリン乗用車)



(出所) 日本アルミニウム協会・自動車委員会「自動車アルミ化」
 [URL ; <http://www.keikyo-unet.ocn.ne.jp/>] ・ I 「アルミ化の目的と効果」 ・ 〈図 車両重量と燃費の関係〉 1/1より。

以上が軽量金属素材及び材料を自動車部品・同製品として使用した場合に期待される効果であるが、アルミニウム合金及びマグネシウム合金の用途開発をこうした効果に則して以下で考察してみよう。

-
- (注 1) 一般に、車重1%の低減によって燃費は0.8~1.0%向上すると想定されている（杉山降司他「車体へのアルミ板材の適用とその課題」より）。
- (注 2) 日本アルミニウム協会・自動車委員会『自動車アルミ化』
[URL ; <http://www.keikyo-unet.ocn.ne.jp/>]・II 「アルミ需要動向」・<欧州：自動車のアルミ化の現状と今後>1/1より。
- (注 3) 生涯走行距離はヨーロッパでは16万km強とされている（日本アルミニウム協会・自動車委員会『自動車アルミ化』 [URL ; <http://www.keikyo-unet.ocn.ne.jp/>]・II 「アルミ需要動向」・<欧州：自動車のアルミ化の現状と今後>1/1より）。
- (注 4) なお、軽量化を目的としてアルミ材料を車体に適用する場合には、(イ) 外板部品だけにアルミ材料を適用する方法、(ロ) 車体全体をアルミにする方法とがあるが、前者については鋼材と比較して約50%軽量化することができるが、後者については約30%の軽量化に止まると報告されている（杉山降司他「車体へのアルミ板材の適用とその課題」より）。
- (注 5) この場合、ホワイトボデーにおける軽量化では約25%を達成してはいるが、車体全体では僅か6%程度に止まっているとされる（日本アルミニウム協会・自動車委員会『自動車アルミ化』
[URL ; <http://www.keikyo-unet.ocn.ne.jp/>]・I 「アルミ化の目的と効果」・「自動車のアルミ化の現状と今後」1/2より）。
- (注 6) 但し超軽量スチールの場合は、衝突安全性という車体機能を損なわずに軽量化機能を高め得るという点では有利性を備えているということも見逃してはならないであろう(日本アルミニウム協会・自動車委員会『自動車アルミ化』 [URL ; <http://www.keikyo-unet.ocn.ne.jp/>]・I 「アルミ化の目的と効果」・「自動車のアルミ化の現状と今後」1/2より）。
- (注 7) 本報告書第II部 (p.52) を参照のこと。
- (注 8) 同上参照。

2. アルミニウム (AL) 合金開発

まずアルミニウム（以下ではALと略記する）合金からみてみよう。

(1) 上記1-(1) のケースについて

AL合金の場合には、運動性機能、モジュール化、コストダウンなどの面では優位性を発揮しうる。これは、軽量性（とくに鉄に対して）、耐食性、加工性、電気伝導性、熱伝導性、非磁性、反射性、低温性などの物理的・機械的特性におけるAL合金の優位性を反映したものである^(注1)。

だが安全性に関しては、強度・耐力の面での特性における劣位性を反映し難点が指摘されている。

(2) 上記1-(2) のケースについて

① 燃費向上

上述の通りである（上記1-[2]-①参照）。

② リサイクル性向上

アルミニウムは極めてリサイクル性に富んでいる。アルミニウムの再生地金を作るエネルギーは、ボーキサイトからアルミ新地金を作る場合の3%のエネルギーで済むとされる（注2）。その結果アルミ製品のリサイクル率は概ね高水準を維持している（図表 I-2-1参照）。

③ 非有害性向上

この点に関しては未だ明らかではない。

④ 省エネルギー

燃費向上が省エネルギーに繋がるという点は上述の通りであるが（上記 I-[2]-④参照）、アルミニウムの場合には他の金属素材と異なり特殊なエネルギー消費を伴っているということを見逃せない。例えば鉄鋼と比較した場合、アルミニウムを生産する段階での精錬によるエネルギー消費は圧倒的に高いとされる（注3）。

図表 I-2-1 主なアルミ製品のリサイクル状況

需要分野	主要製品	H9 需要実績	ライフサイクル	現状リサイクル率
輸送	自動車	1,241千トン/年	約7年	80~90%
土木建築	サッシ	888千トン/年	18年	90~100%
金属製品	印刷板	338千トン/年	1年以内	30~40%
箔	各種	163千トン/年	1ヶ月~数年	若干量
食料品	飲料缶	429千トン/年	約1ケ年	約72%

（出所）日本アルミニウム協会・自動車委員会「自動車アルミ化」

[URL:<http://www.keikyo-unet.ocn.ne.jp/>]・VI「アルミのリサイクル状況」・〈表 主なアルミ製品のリサイクル状況〉1/1より。

（注1）櫻井健夫「自動車アルミニウム合金板材の開発状況と今後の課題」参照。

（注2）日本アルミニウム協会・自動車委員会「自動車アルミ化」

[URL;<http://www.keikyo-unet.ocn.ne.jp/>]・VI「アルミのリサイクル」1/1より。

（注3）日本アルミニウム協会・自動車委員会「自動車アルミ化」

[URL;<http://www.keikyo-unet.ocn.ne.jp/>]・V「アルミ化とLCA」<1.軽量化とLCA>1/2

3. マグネシウム (MG) 合金開発

マグネシウム（以下ではMGと略記する）合金の場合はどうか。

(1) 上記1-(1) のケースについて

運動性能・モジュール化・コストダウンなどの面では現状では確たる優位性を見出すことは困難である。こうした面で優位性を発揮するためには、高温クリープ性、耐食性向上、接触腐食防止、表面処理技術開発、薄肉・複雑形状化などの技術開発が必要だとされる（注1）。一方安全性に関しては強度、耐力などの面での特性

を生かすことによって優位性を発揮し得る。

(2) 上記1-(2) のケースについて

燃費向上・リサイクル性・省エネルギー性に対しては、比重、強度、耐力などの面での特性を反映して既に優位性を確保しつつある。(なお、非有害性向上に関しては今のところ不明である。) 従ってMG合金開発の今後の技術開発上の課題は、低比重材料としての特性を生かしつつ上記1の課題に応えることを重視した「要素技術開発」の本格化であると考えよう(注2)。

(注1) 小原 久「マグネシウム合金の市場動向」(『工業材料』[2002年8月号]) p.30参照。

(注2) 近田敏弘「自動車部品のマグネシウム合金化事情」(『機械技術』[2000年10月号]) p.37～38参照。

4. 用途開発におけるAL合金とMG合金との関係について

次に同じ軽量金属素材の複合利用によって上記1における効果をさらに高めることができるかどうかを確認するために、軽量金属の中でも物理的・機械的特質において比較的強い共通性が存在すると想定されるAL合金とMG合金との関係をチェックしておこう。このことは、軽量金属部品・製品の複合開発のためにも必要な作業であると考えられる。その際、以下の諸点を取り上げる必要がある。一つには物理的・機械的特質及び強度における補完性と代替性について、二つには経済的条件における補完性と代替性について、三つには用途開発における補完性と代替性について一である。

(1) 物理的・機械的特質及び強度における補完性と代替性

① 比重・強度・耐力・腐食性比較

この分野における両者の主要チェックポイントは、比重・強度・耐力・腐食性である。

(イ) 比重 (図表 I-4-1参照)

A. AL; 2.70g/cm³ (鉄の約1/3)

B. MG; 1.74g/cm³ (ALの約2/3)

(ロ) 強度 (図表 I-4-2参照)

A. AL合金 (2017); 151Nmm-2

B. MG合金 (AZ80); 190Nmm-2

(ハ) 耐力 (図表 I-4-2参照)

A. AL合金 (2017); 98Nmm-2

B. MG合金 (AZ80); 130Nmm-2

(ニ) 腐食性 (図表 I-4-3参照)

AL合金 < MG合金

② 上記①の (イ) ~ (ニ) における補完性と代替性

以上から明らかなように、両者の特性を比較した場合、MGは腐食性においてのみALに劣っているに過ぎ

ないのであり、比重・強度・耐力の全てに亘ってALを凌駕している。にもかかわらず、MG合金としては先に観たように機能・経済面の主要な面でAL合金に劣っているのである。この点からも、MG合金における「要素技術開発力」強化の必要性を指摘しておかなければならないであろう。

(2) 経済的条件における補完性と代替性

① 需要量

(イ) AL合金

A. 日本の自動車関連総需要量；約127トン（2001年現在）^(注1)

B. 日本の自動車における材料構成シェア；7.3%（1996年現在）（図表 I-4-4参照）

(ロ) MG合金^(注2)

世界主要10社合計需要量；45,150トン（1997年現在）（図表 I-4-5参照）^(注3)

② コスト（圧延材価格差）

(イ) 板材

MG合金；対AL合金比10～20倍^(注4)

(ロ) 棒材

MG合金；1 kg 700～750円（対AL合金比約2倍）^(注5)

(3) 用途開発における補完性と代替性 — MG合意開発の方向性

最後に両者の用途開発に関する現状と今後の可能性を明らかにした上で、両者の補完性と代替性を探ってみよう。

① AL合金及びMG合金の開発状況

(イ) AL合金を使用した部品^(注6)

A. 現状

- a. エンジン
- b. ドライブトレイン
- c. 熱交換器
- d. ホイール
- e. バンパーリンフォースメントetc

B. 今後（可能性）

- a. クロージャパネル（フード、ドアetc）
- b. スペースフレームetc

(ロ) MG合金を使用した部品^(注7)

A. 現状

- a. インナーパネル
- b. ステアリング・ロック・ハウジングetc

B. 今後（可能性）

- a. ステアリング・ホイール
- b. シリンダー・ヘッドカバーetc

図表 I-4-1 マグネシウムと他金属の物理的及び機械的性質

金属名	原子量	比重 (g/cm ³)	融点 (K)	沸点 (K)	溶融潜熱 (KJ/kg)	比熱 (J/kg・K)	線膨張係数 (10 ³ /K)
マグネシウム	24.305	1.74	923	1,376	372.90	1,022	26.0
アルミニウム	26.98154	2.70	933	2,750	396.84	900	23.5
鉄	55.847	7.87	1,809	3,160	272	444	12.1
銅	63.546	8.99	1,356	2,855	—	385	17.0
亜鉛	65.38	7.13	693	1,179	—	383	31.0
チタン	47.90	4.54	1,941	3,535	—	519	8.9

(出所) 時末 光「最近のマグネシウム合金の現状 (日本マグネシウム協会「マグネシウムダイカスト・チクソ技術テキスト」[1998年10月]) p.2より。
 (出所) 蛭名保彦「マグネシウム開発の事業化に関する研究」[地域活性化ジャーナル4号] p.6より。

図表 I-4-2 マグネシウム合金、アルミニウム合金及び鋼の強度比較

性質	マグネシウム合金		アルミニウム合金		鋼	
	AZ80	AZ92-T6	2017	AC6A-T6	ステンレス鋼	鋳鋼
比重	1.80	1.82	2.79	2.77	8.02	7.84
引張強さ (Nmm ²)	343	274	421	264	1196	617
耐力 (Nmm ²)	235	156	274	166	1058	412
伸び (%)	7	2	22	4	15	25
比引張強さ (Nmm ²)	190	151	151	95	149	78
比耐力 (Nmm ²)	130	86	98	60	132	53

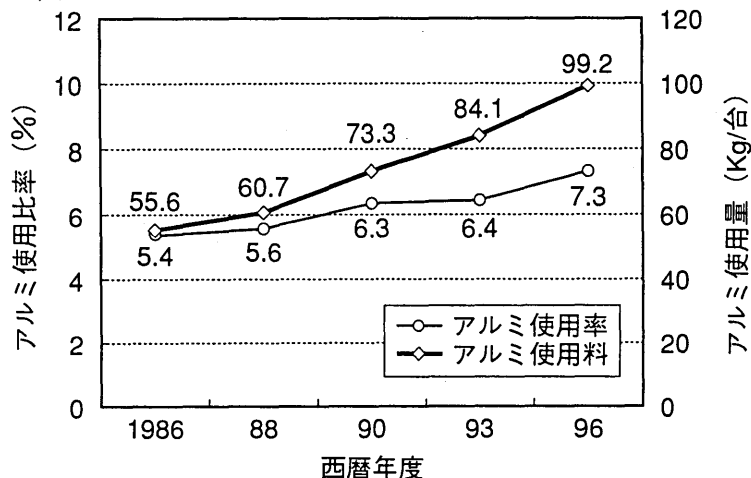
※比強度はそれぞれの強度を比重で割った値
 (出所) 諸住正太郎「マグネシウム読本」p.5より
 (出所) 蛭名保彦「マグネシウム開発の事業化に関する研究」[地域活性化ジャーナル4号] p.7より。

図表 I-4-3 純マグネシウムの科学的物資に対する耐食性

耐食性良好	アルカリ性薬品 (苛性ソーダ、アンモニア水、炭酸ナトリウムなど)、鉱物油、動植物油、フッ化水素酸、フッ化物、クロム酸、シアン化物、酸素ガス、水素ガス、一酸化炭素ガス、蒸留水、中性有機化合物
耐食性不良	無機酸 (硝酸、塩酸、硫酸など)、有機酸類 (酢酸、酒石酸、クエン酸など)、ハロゲン化物、塩化物、硫酸鉛、硝酸塩、メチルアルコール、沸騰水

(出所) 時末 光「最近のマグネシウム合金の現状 (日本マグネシウム協会「マグネシウムダイカスト・チクソ技術テキスト」[1998年10月]) p.3より。
 (出所) 蛭名保彦「マグネシウム開発の事業化に関する研究」[地域活性化ジャーナル4号] p.6より。

図表 I-4-4 日本の自動車1台当たりのアルミ使用量と使用比率の推移



(出所) 日本アルミニウム協会・自動車委員会「自動車アルミ化」
 [URL ; <http://www.keikyo-unet.ocn.ne.jp/>] ・
 II 「アルミ需要動向」・〈日本：自動車のアルミ化の現状と今後〉・〈図 日本の自動車1台当たりのアルミ使用量と使用比率の推移〉 1/1より。

図表 I-4-5 主要自動車メーカー・車種・地域（アジア）のマグネシウム合金使用比較

自動車メーカー	マグネシウム需要量 (トン)
1. Ford	17,500
2. General Motors	9,400
3. Chrysler	7,050
4. Toyota	4,200
5. Mercedes	2,700
6. Audi	1,600
7. Volkswagen	1,250
8. BMW	700
9. Fiat	500
10. Porche	250
TOTAL	45,150

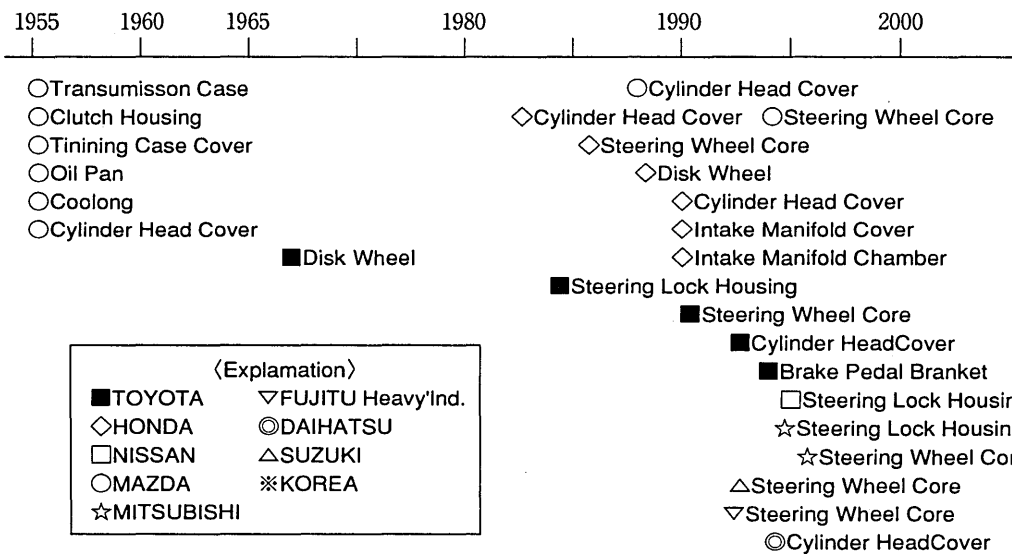
GMフルサイズバン	Savana & Express	~26kg
GMミニバン	Safari & Astro	~17kg
GMミニバン	Bulck Park Avenue	9.5kg
Chrysler	ミニバン	6kg
Ford L.トラック	F-150	~1.5kg
V.W.	Passat	~14.5kg
Audi	A4 & A6	~14.5kg
Mercedes	SLK	7.7kg
Mercedes	SL	17-20kg
Fiat	Alfa Romeo 156	9.3kg

Norsk Hydro資料

Norsk Hydro資料

[1] 1997年マグネシウムダイカスト部品利用自動車メーカー

[2] マグネシウムの使用量の多い車種例 (kg/台)

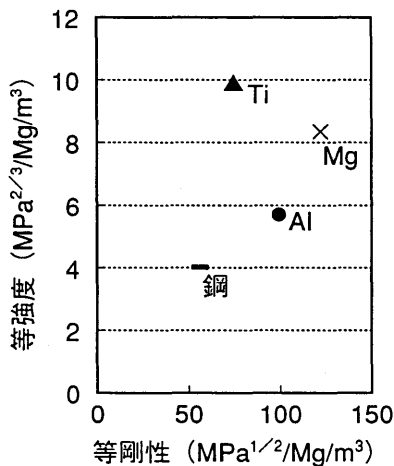


[3] アジアにおける自動車部品の採用例

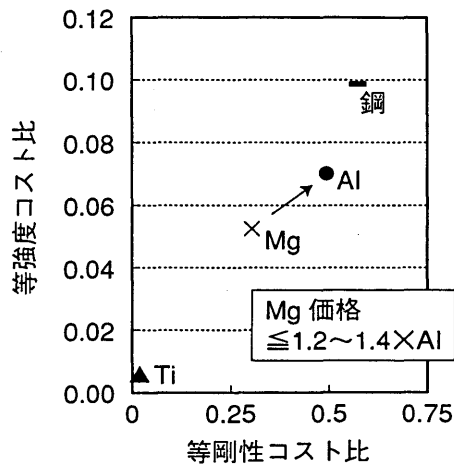
(出所) 井藤忠男「ダイカスト・チクソ成形におけるマグネシウム部品の現状」(日本マグネシウム協会「99マグネシウムマニュアル」) p.138-139より。
 (出所) 蛭名保彦「マグネシウム開発の事業化に関する研究」[地域活性化ジャーナル4号] p.10より。

図表 I-4-6 鋼・AL・MG・チタンの機械的・経済的比較

[1] 強度、剛性の比較



[2] 材料費当たりの強度、剛性の比較



(出所) 近田敏弘「自動車部品のマグネ合金事情」(『機械技術』 [2000年10月号] P.35より)

② MG合金開発の方向

上記4-(1)の物理的・機械的特性におけるALとMGとの比較を、同じく4-(2)の経済的条件におけるAL合金とMG合金との比較にオーバーラップさせてみると、MG合金開発の方向性が浮かび上がってくる。

そのことを説明するために、物理的・機械的特性論と経済的条件論をクロスオーバーさせてみよう(注8)。図表I-4-6-[1]は、鋼、AL、MG及びチタンの円柱梁の曲げを想定した際の「等強度」(強度が等しくなる断面積)及び「等剛性」(剛性が等しくなる断面積)を比較したものである。前述したようにマグネシウムは比剛性に優れているが、そのことはこの図でも明瞭に示されている。つまり、機械的特性に関する限り、MG合金は、剛性設計部品に対しては鋼は無論のことAL合金に対しても圧倒的に優位性を発揮し得るのである。

ところがコスト要因を入れるとこの状況は一変する。図表I-4-6-[2]は、図表I-4-6-[1]における「等強度」及び「等剛性」を各材料コストで除し上記金属の「コスト性能性」(いわゆる「コスト・パフォーマンス」)を比較したものである。その結果MG合金は、鋼及びAK合金に対して材料コストが高いために、同じ強度・剛性を得ようとする、鋼は無論のことAL合金に対しても圧倒的に不利な立場に置かれることになる。

以上は、MG合金が少なくともAL合金に代替するためには、その材料コストがAL合金の1.5倍以下に低下する必要があるということを示唆している。従ってMG合金における「要素開発」上のターゲットはこの点を如何に突破するのかということに置かれなければならない。

その点で注目しなければならないのは、上記のAL合金とMG合金における圧延材価格差が棒材の場合には既に2倍以下に縮小し始めているという事実である。そのことは、主として鑄造技術を用いての自動車部品開発がMG合金「要素開発」におけるブレークスルーの役割を担い始めているということを示唆している(注9)。さらにMG合金の圧延板材に関しても、プレス成形技術による用途開発の進展を背景にして、次第に価格引き下げの方向に向かいつつあるようだ(注10)。従ってこうした鑄造技術やプレス成形技術による用途開発の進展如何が、自動車や情報機器などに対するMG合金開発の成否を握っていると云えよう。

(注1) 日本アルミニウム協会・自動車委員会『自動車アルミ化』・Ⅱ「アルミ需要動向」・<日本：自動車のアルミ化の現状と今後>・《日本における自動車分野のアルミ需要》1/1より。

(注2) なお、世界の自動車メーカーの中の大口のマグネシウム合金使用状況を見ると、トヨタ自動車は年間約5,000トン、フォルクスワーゲン(カッセル工場)もまた年間5,000トン使用しているとのことである(小原久「マグネシウム合金の市場動向」『工業材料』[2002年8月号] p.30より。)さらに今後、欧米を中心に自動車産業におけるマグネシウム合金利用は大幅に進展する可能性があることにも注意を払っておかなければならない。例えば、ヨーロッパではフォルクスワーゲンとアウディを中心にしてマグネシウム合金利用量は10年後には現在の5倍に増加すると予測されており(図表I-4-7-[1]参照)、またアメリカでも自動車におけるマグネシウム合金利用率は現在の0.02~0.03%から2020年には4%に上昇すると予測されている(図表I-4-7-[2]参照)。

(注3) なお、世界のマグネシウム地金の需要状況は図表I-4-8の通りである。他方世界のマグネシウムの供給状況を見ると、主要生産国は中国・カナダであり(図表I-4-9参照)さらに世界のマグネシウム精錬メーカーは図表I-4-10の通りである。また日本の需給状況を見ると、需要は図表I-4-11-[1]の通りであり、それに対する供給はその殆どが中国に負っている(図表I-4-11-[2]参照)。(なお、中国のマグネシウム製錬技術はその殆どがピジョン法である[図表I-4-10参照])

- (注4) 蛭名保彦「マグネシウム開発の事業化に関する研究」[地域活性化ジャーナル4号] p.14及びp.20<注40>より。なお、MG合金の圧延板材(0.8m)は1kg当たり3,000~3,500円とされている。これに対しAL合金の場合は1kg当たり200~300円だとされている。
- (注5) 東京ロストワックス社ヒヤリング調査(2003年2月12日)より。
- (注6) 日本アルミニウム協会・自動車委員会『自動車アルミ化』
[URL ; <http://www.keikyo-unet.ocn.ne.jp/>]・I「アルミ化の目的と効果」・「自動車のアルミ化の現状と今後」1/2より。なお、アルミニウム合金板材については、自動車のボディパネル、フロア材やケース等に使用されつつあるとされる。例えば自動車のパネルに実用化されているものとしては、アウディA8、GMキャデラック、フォードリンカーン、日産セドリックなどの高級車やトヨタスープラ、ホンダNSXなどのスポーティカー、また最近では、アウディA2、フォルクスワーゲン3Lルポ、ホンダイオンサイトなどの低燃費車があるとされる(櫻井健夫「自動車アルミニウム合金板材の開発状況と今後の課題」より)。さらに独Audi社と英Jaguar社は、ユーザーの安全性・快適性・性能向上要求に応えるために、自動車の重量が年間20kgづつ重くなっている状態を抜本的に解決すべく、アルミ合金を使ってボディの本格的な軽量化に乗り出しているとされる。(なおAudi社の調査によれば、車両重量増加分の57%は車体部分で生じているとされる。)まずAudi社はA8の車体構造をASF(Audi Space Frame)を用いることによって軽量化に成功したとされる。またJaguar社も軽量化についてアルミのモノコック構造を採用した車体軽量化に成功を収めたとされる。その結果、両社とも約200kg、車両重量の約10%の軽量化効果を発揮することができ、10~15%の燃費向上を可能にしたとされる(鶴原吉郎「これからの高級車はアルミボディ?」[D&M]2003年1月[N0.580]p.45~48より)。さらに日本でも、ホンダ、富士通、マツダ、三菱自動車、ヤマハ発動機など自動車メーカーが足回り部品、バンパヤドアの補強材、エンジンフードやトランスカバーなどの分野で発注し始めており、その結果自動車用アルミ板材の需要は、2003年には月3,200トン程度であるが、2007年には月1,200トンに迄大幅に拡大すると見込まれている(朝日新聞2003年8月18日より)。
- (注7) 蛭名保彦「マグネシウム開発の事業化に関する研究」[地域活性化ジャーナル4号]<2-(3)-A.自動車>p.8~13より。なお、世界のマグネシウム自動車部品例は図表1-4-12通りであり、また日本のマグネシウム自動車部品例は図表1-4-13の通りである。さらに、欧米では自動車部品におけるマグネシウム合金利用が次第に活発化してきていることも見落とせない。とくに、日本ではまだ実現していないインストルメントパネルやトランスミッションハウジングをはじめ、日本でも一部使用され始めたシートフレーム部品など大型の部品がマグネ化されているとされる(小原久「マグネシウム合金の市場動向」[『工業材料』[2002年8月号]]p.26参照)。
- (注8) 近田敏弘「自動車部品のマグネシウム合金化事情」(『機械技術』[2000年10月号])p.34~35参照。
- (注9) 例えば精密鋳造部品メーカーである東京ロストワックス社は、ロストワックス法によるマグネシウム合金の鋳造技術を確立している(東京ロストワックス社ヒヤリング調査[2003年2月12日])。なお、鋳造技術による用途開発の面でも進展がみられる。例えば、長岡技術大学の小島陽教授らはやはり鋳造法で複雑な形状を持つ変速機収納ケースをマグネシウム合金を使って開発したとされる(日本経済新聞2003年2月14日)。
- (注10) プレス成形法に関しても、住友金属のステンレス加工子会社である住友金属直江津は、圧延板の量産化技術を確立し、圧延板材価格を5,000~8,000円程度(1kg当たり)から3,000円程度(同)に引き下

げることができる（日本経済新聞2003年2月25日より）。こうした圧延材の量産化技術発展の背景には、プレス成形技術の発展やそれを用いた用途開発の進展がある。例えば、ツバメックス社を中心とした産学官連合グループは、マグネシウム合金板のプレス成形技術を確立し、歩留まり率（利用率）を現在の5～6割から9割に迄引き上げることに成功した結果、プレス成形法による量産化の可能性に途を開いたと伝えられる（日本経済新聞2003年3月12日より）。さらに、やはりツバメックス社をはじめとする燕・三条地域のプレス加工関連企業5社は共同で、プレス成形法としては全国初の量産化体制を確立しようとしている。すなわち5社グループは、IP電話を使った「防災情報連絡システム」に係わる装置本体用ケースを2003年4月から2万セット（初年度）生産する計画であると伝えられる（日本経済新聞2003年4月8日より）。（なお、全国的にもプレス成形法による量産化の動きが広がり始めている。例えば、大同特殊鋼と日本金属は共同でマグネシウム合金の量産化に乗り出したとされる。両社は、電子機器向け需要の増大に対応するために、大同特殊鋼の星崎工場（名古屋市）に30億円を投じて世界最薄の0.1～0.3ミリメートルのマグネシウム合金〔コイル〕の生産体制を整え2003年12月にも月産15トンの規模で生産を開始する予定だとされる〔日本経済新聞2003年6月3日より〕。ツバメックスはまた、サンライス工業（糸魚川市）、不二越（富山県滑川市）などと共同で長岡技術科学大学と提携し、マグネシウム合金大型板材のプレス成型金型に関する研究を始めたとされる（新潟日報2003年11月8日より）。さらにマグネシウム合金の精密プレス加工技術にも注目しなければならない。見附市の金属加工メーカーであるモリテックは、東北パイオニア社（山形県）と共同で、スピーカーに使う0.05ミリの超薄型マグネシウム振動板を世界で初めて開発したと伝えられる（新潟日報2003年7月16日より）。さらにモリテックはその後、ヤマハのスピーカー用向けにこのマグネシウム振動板の生産を始めたとされる（日本経済新聞2003年11月5日より）。この他機械工具の相場産業（三条市）は、歯科専門の明倫短期大学、県央地域地場産業振興センターと共同で、マグネシウムを使った携帯型の軽量歯科治療用イスを開発したとされる（日本経済新聞2003年10月22日より）。

5. 軽量金属開発とLCAソフト

AL合金及びMG合金開発における以上の三点に亘る補完性・代替性を定量的に明らかにするためには、以下で述べるLCAソフトの導入が必要である。第Ⅱ部で詳論するように、軽量金属複合型「要素開発」にとってLCAソフトは不可欠であると考えられるからだ。

（1）LCA(Life Cycle Assessment)コンセプトについて

① LCAとは何か

一般的なケースとしては、素材・材料・資材調達、生産・加工・組み立て、販売・配送、消費・廃棄に至る製品の全ライフサイクルに関する環境負荷事前評価及びチェックを目的とするコンセプトである（注1）。

自動車のケースとしては、素材・材料生産、車の製造・組み立て、走行時の燃料消費、廃車、リサイクルに至る自動車のライフサイクル全般に亘るエネルギー消費及び環境負荷についての事前評価及びチェックを目的とするコンセプトである（注2）。

図表 I-4-7

[1] マグネ化可能な自動車部品 (フォルクスワーゲン・アウディーのケース)

部 品 名	VW, Audi でのマグネ化部品	5年以内での マグネ化の可能性	5年以上での マグネ化の可能性	10年以上での マグネ化の可能性
1. 駆動部品系				
トランスミッション・ハウジング	○	○		
インテークマニホールド	○			
シリンダーヘッド・カバー	○			
サポート		○		
オイルポンプ・ハウジング		○		
クランクケース			○	
重量小計 (kg)	18	6~11	14~20	
2. 内装部品名				
ハンドル芯	○			
ペダルブラケット	○			
ハンドルコラム部品	○			
前後シート部品		○		
その他部品	○	○	○	
重量小計 (kg)	4	8~12	2~4	0
3. ボディ部品系				
トランクリッド部品	○			
ドア (インナー) 鋳物		○		
インストルメントパネル・クロスバービーム	○			
Mg板用途 (内装/外装)			○	○
Mg押出用途			○	○
重量小計 (kg)	3	20~34	8~12	15~20
4. シャシー部品系				
エンジクレードル/サブフレーム			○	
車輪				○
サスペンションアーム (フロント、リアー)				○
重量小計 (kg)	0	0	4~6	30~34
合 計 (kg)	25	34~57	28~42	45~54
累積合計 (kg)	25	→59~82	→87~124	→132~178

出典：Metal Bulletin Monthly/Light Metals Supplement 2002年5月号、10~12

[2] 米国の自動車に使用される材料構成比較推移

材 料 名	2001年	2020年
鉄鋼	64%	55%
アルミニウム	8%	12%
ゴム	4%	4%
プラスチック	8%	10%
流体や潤滑剤	6%	6%
マグネシウム	0.02~0.03%	4%
その他	9.97~9.98%	9%
合 計	100%	100%

(出所) 小原 久「マグネシウム合金の市場動向」(『工業材料』[2002年8月号]) p.30~31より。

図表 I-4-8 世界のマグネシウム需要動向

	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	前年比(%)	01/96(%)
アルミ合金用	138,200	146,150	154,400	159,800	165,100	142,810	86.5	103.3
ノジュラー-鋳鉄用	12,500	11,750	11,300	8,900	8,800	3,910	44.4	31.3
鉄鋼脱硫用	39,600	47,950	48,200	41,700	51,600	41,940	81.3	105.9
金属還元用	5,000	5,000	4,900	2,400	3,600	3,820	106.1	76.4
電気化学用	9,600	8,900	10,000	11,200	7,500	8,620	114.9	89.8
化学用	6,900	6,700	6,800	5,200	6,000	5,200	86.7	75.4
ダイカスト用	72,300	95,300	110,100	133,400	110,700	108,630	98.1	150.2
鋳造用	2,400	2,100	2,600	2,000	2,200	1,660	75.5	69.2
展伸用	4,000	3,500	4,500	4,100	3,400	1,400	41.2	35.0
その他用	4,900	6,350	7,500	6,800	8,000	11,490	143.6	234.5
合計	295,400	333,700	360,300	375,500	366,900	329,480	89.8	111.5
対前年比(%)	-2.8	+13	+8.0	+4.2	-2.3	-10.2		

自由世界における分野別マグネシウム地金需要量推移(単位:t)

(出所) 小原 久「マグネシウム合金の市場動向」(『工業材料』[2002年8月号]) p.26より

図表 I-4-9 世界のマグネシウム供給

[1] 世界のマグネシウム生産

国	年	1996	1997	1998	1999	2000	2001	01/00(%)
米国		133	125	106	80	32	30	93.8
ブラジル		9	9	9	9	9	9	100
カナダ		54	58	77	71	80	100	125
中国		50	92	67	83	140	195	139.3
フランス		14	12	14	14	14	7	0
イスラエル		—	8	15	25	34	30	88.2
カザフスタン		—	9	9	10	10	10	100
ノルウェー		30	28	28	28	35	30	85.7
ロシア		35	40	42	35	45	50	111.1
ユーゴスラビア		3	3	1	1	1	1	100
ウクライナ		13	10	1	1	—	—	—
合計		341	394	369	357	400	462	115.5

出典：米国資料をもとに、日本マグネシウム協会推計

[2] 世界(除ロシア・中国)におけるマグネシウム生産能力—2002年

(単位：1,000t)

施設名	生産能力
マグコープ	45
ノランダ	63
ティミンコ	7
ノルスク	45
(北米合計)	(160)
ブラズマグ	10
デッド・シー	30
(その他の合計)	(40)
合計	200

図表 I-4-10 世界のマグネシウム製錬メーカー

地域		所在地	能力(MT/Y)	製法	備考
北 米	U.S.Magnesium	Rowley, Utah	45,000	電解法	旧Magcorp。
	Magcan	Calgary		〃	プロジェクト休止中。
	Northwest Alloys	Addy, Washington		マグネテルム法	2001年10月電力問題により休止。
	Norsk Canada	Becancour, Quebec	48,000	電解法	Norway休止に伴い、能力アップ。
	Noranda	Thetford, Ontario	20,000	〃	2000年9月稼動。フルの生産能力63,000MT。
	Timminco	Halley, Ontario	7,000	ビジョン法	
欧 州	Norsk Norway	Porsgunn		電解法	2002年2月製錬を休止。再溶解による合金生産。能力20,000MT。
	Pechiney	France		マグネテルム法	2001年6月休止。
その他 旧自由圏	AMC	Australia	0	電解法	2005年完成予定。能力6,000MT。
	Dead Sea Magnesium	Israel	30,000	〃	
	Brasmag	Brazil	10,000	ビジョン法	
	Others		1,200		イレド
旧自由圏計			161,200		
CIS/ユー ゴスラビア	Kalush	Ukraine	25,000	電解法	
	Solikamsk	Russia	18,000	〃	
	Avisma	Russia	18,000	〃	
	Others		22,500	〃	
中 国	Nanjing Ube Magnesium	江蘇省		ビジョン法	製錬休止中。合金専用工場。
	Jishan	山西省	20,000	〃	
	Wenxi Yinguang	〃	20,000	〃	
	Yie-Wei	〃	20,000	〃	
	Tongxian	〃	25,000	〃	
	Renxing	〃	15,000	〃	
	Ningxia Huayuan	〃	15,000	〃	
	Jing Wang	〃	10,000	〃	
	Others		175,000		予想値（実態掌握困難）。
旧共産圏計			383,500		
世界合計			544,700		

(出所) 上田由高「マグネシウムの応用と需給動向」p.6より。

図 I-4-11 日本のマグネシウム需給状況

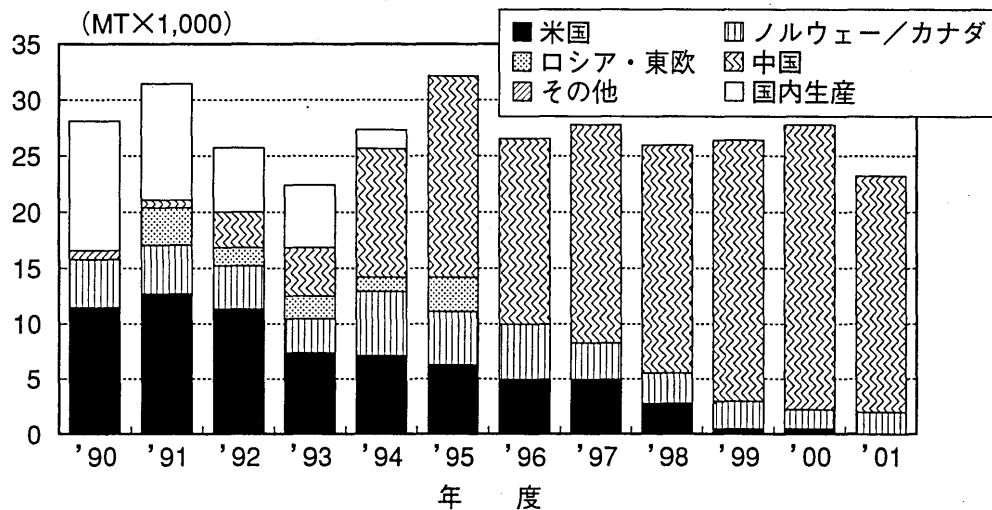
[1] 日本のマグネシウム需要動向

(単位：MT)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002 推定	構成比 (%)	
								1996	2002
アルミ合金	21,718	21,951	19,707	20,809	20,695	18,379	18,500	76.6	61.9
ノジュラー鉄	1,630	1,659	1,375	1,569	1,522	1,440	1,400	5.8	4.6
金属製錬							250		0.8
ダイカスト	2,120	2,602	2,733	2,897	4,358	4,029	6,500	7.5	21.7
鋳物	188	228	196	234	248	241	250	0.7	0.9
化学/防食/その他	2,665	2,647	3,163	3,952	4,392	3,354	3,000	9.4	10.0
合計	28,321	29,087	27,174	29,461	31,215	27,443	29,900		
対前年比 (%)		2.7	-6.6	8.4	6.0	-12.1	9.0		

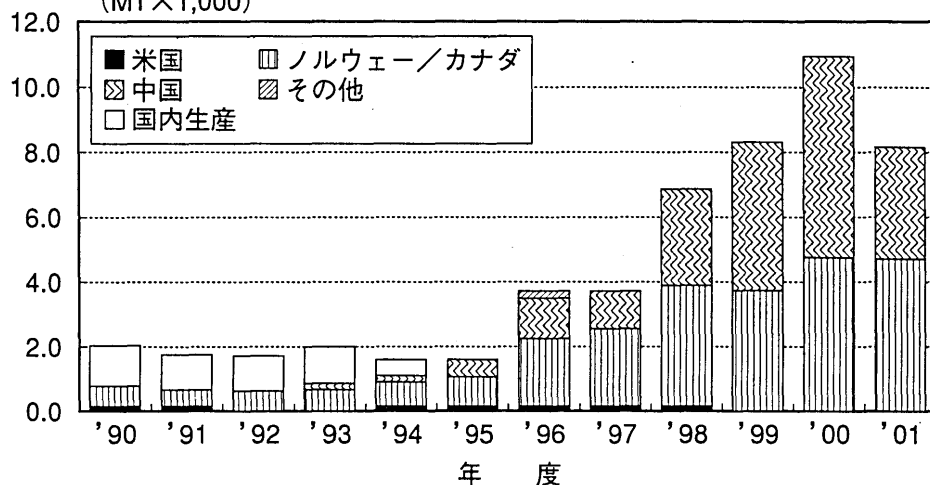
[2] 日本のマグネシウム供給

(MT×1,000)



日本におけるマグネシウム (Mg≥99.8%) の供給状況

(MT×1,000)



(出所) 上田由高「マグネシウムの応用と需給動向」p.8~9より

図表 I-4-12 全世界での用途別マグネシウム自動車部品例

ボデー	エンジン	駆動	シャシー
シートフレーム	シリンダーヘッドカバー	トランスファーケース	ロードホイール
インスツルメントパネル	オイルポンプハウジング	MTハウジング	ステアリング芯金
ドアメカニズムハウジング	オイルフィルタアダプタ	ATステータ	ステアリングコラム部品
ウインドモータハウジング	エンジンオイルパン	ATサイドカバー	ブレーキノ
ラジオアンプハウジング	インテークマニホールド	ATハウジング	クラッチペダルブラケット
シートモータハウジング	EGRシステムバルブカバー	ATピストン	ABSマウントブラケット
ミラーブラケット	ターボチャージャ部品	ギアシフトハウジング	
ヘッドライトリテーナ	スロットルボディ		
シートベルト部品	スタータハウジング		
サンルーフレーム	オルタネータノ		
ウインドシールドアーム	エアコンブラケット		
コンバーチルトップフレーム			
エアバックハウジング			
フューエルタンクカバー			
ドアインナー			

(出所) 近田敏弘「自動車部品のマグネ化事情」(『機械技術』[2000年10月号]) p.35より

図表 I-4-13 日本のマグネシウム製自動車部品例 (推定含む)

部 品 名	使用自動車メーカー
ステアリングコラム・ロックハウジング	トヨタ、日産、ホンダ
ステアリングコラム	トヨタ、日産、三菱、スズキ、ダイハツ、ホンダ
シリンダーヘッド・カバー	トヨタ、ダイハツ、スズキ、ホンダ
エンジン・カムカバー	いすゞ
ブレーキペダル・サポート	トヨタ
インテークマニホールド	ホンダ技研
ホイール	レイズエンジニアリング、ウェッズ、鍛栄舎、レーシングサービス・ワタナベ
オイルパン	ホンダ
電子制御部品ケース	ホンダ
シートフレーム	トヨタ
シートベースプレート	日産
オーディオパネル	トヨタ
エアバッグ・プレート	トヨタ
センターマルチメディアサポート	トヨタ

(出所) 小原 久「マグネシウム合金の市場動向」(『工業材料』2000年8月号) p.26より

② 自動車の軽量化とLCA効果

そこで自動車の軽量化とLCA効果について検討しておこう。

(イ) 軽量化一般モデル

この場合には、上述したように (1-[2]-①参照)、軽量化100kgにつき燃費向上率0.6リットル (100km走行ケース) と想定されている。

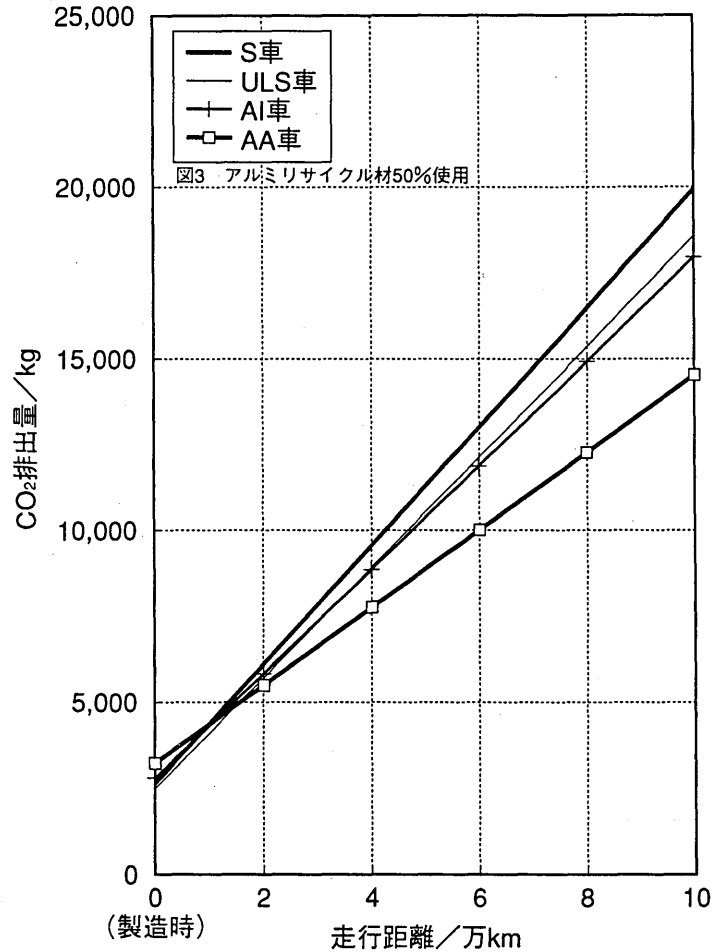
(ロ) AL車ケース

それに対してAL合金を使用した車すなわちAL車の場合には、例えばアルミ材40%使用ケースで、走行距離1万メートル以上でCO₂排出量低減効果が発揮されると測定されている (図表 I-5-1参照)。

(ハ) 複合軽量金属車ケース

これに対して、AL合金とMG合金を含めて軽量金属を複合的に素材・材料として用いた場合—すなわちモジュール化して用いた場合 (例えば図表1-5-2の場合)—はどうか。この場合には上記のCO₂排出量低減効果は一層高まることが期待されるが、残念ながら現在のところそれをシュミレートするLCAソフトが開発されていない。このことは、日本では「要素技術開発」が未だ本格化するには至っていないということを物語っている。

図表 I-5-1 LCAソフトによるAL車の燃料向上効果測定



(出所) 日本アルミニウム協会・自動車委員会「自動車アルミ化」
 [URL ; <http://www.keikyo-unet.ocn.ne.jp/>] ・ V 「アルミ化とLCA」 ・ <1. 軽量化とLCA> ・ <自動車のアルミ化の現状と今後> 2/2及び <図3 アルミリサイクル材50%使用> 1/1より。

(2) モジュール型LCAソフト開発の必要性と可能性

従って、上記のようなモジュール型の複合軽量金属素材・材料を使用した部品及び製品開発のためのLCAソフト開発の必要性は極めて大きいと云えよう。またこうしたLCAソフト開発によって、部品・製品製造において素材・材料としてAL合金及びMG合金を複合的に使用する途もまた開けるものと想定される。要するに、「要素開発」を本格化するためには、それを支えるLCAソフトの本格的な開発もまた必要とされているのである。

そこで以下ではLCAソフト開発とくにモジュール型ソフト開発の取り組みと課題について取り上げてみよう。

① LCAソフト開発の取り組み

(イ) 政府レベル

まず政府レベルでは、(財)産業環境管理協会における「JEMAI-LCA」が挙げられる (注3)。JEMAI-LCAは「製品の環境負荷を定量的に把握し評価するLCA手法の実施を支援するPCソフト」だとされる (注4)。

ソフトウェア機能としては、それは、(イ) 目的及び調査範囲の設定、(ロ) インベントリー分析、(ハ) インパクト評価、(ニ) 報告書作成支援—から成り立っているが、そのうちとくに重要なのはインパクト評価である。インパクト評価は、さらに必須要素と付加的要素とからなるが、そのうち必須要素はISO国際規格であるISO14040シリーズに準拠しているために、JEMAI-LCAは、国際的LCAという性格を付与され得るからだ(注5)。

(ロ) 企業レベル

企業レベルでは、例えばトヨタ・エコリサーチ社の取り組みが注目されよう(注6)。エコ・リサーチ社は、2001年3月にトヨタ自動車の日立製作所などと共同で化学物質管理サービスを行うために設立したものである(注7)。同社は、化学物質の排出量を測定し管理するために材料使用量や製造工程におけるデータチェックをインターネットを使って行っており、その意味で同社の事業はLCAソフト支援事業であると云えよう(注8)。

② ネットワークシステムとしてのLCAソフト開発の必要性

ところで、「要素開発」とりわけ複合軽量金属素材開発にとって不可欠なのはパーツ・サプライヤーによるLCAソフト開発への取り組みである。だが、パーツ・サプライヤーは中小企業を主体としているために単独での取り組みは極めて困難かつ不利である。そこでパーツ・サプライヤーがLCAソフト開発に積極的に取り組むためには、ネットワーク型の開発が必要となる。この場合三つのケースが考えられる。一つはアSEMBラー主導のネットワークに参入するケースである。二つには共通ネットワークシステムを活用する場合である。三つには集積地域間ネットワークを形成することである。

(イ) アSEMBラー別ネットワークシステム活用型開発

アSEMBラー主導のLCAネットワークとしては、例えばホンダのLCAカー・システムが挙げられる(注9)。しかしながらこうしたアSEMBラー主導のLCAネットワークは、往々にしてネットワークシステム自体がVPN (Virtual Private Network) という性格を色濃く保持しているために、パーツ・サプライヤー間の「イコール・パートナーシップ」型のネットワークを形成する—すなわち水平的なネットワークを形成する—というパーツ・サプライヤーが志向する方向とは異なる方向に向かう可能性を孕んでいるということを否めない。

(ロ) 「共通ネットワークシステム」活用型開発

そこで次に登場してくるのがパーツ・サプライヤーとアSEMBラーが「共通ネットワークシステム」を形成することによって「イコール・パートナーシップ」の下でLCAソフト開発に取り組むという方式である。すなわち日本の自動車産業における共通ネットワークシステムであるJNXを活用してLCAソフト開発に挑むという試みである。

この場合、JNXがGNXとりわけA-NXの一環をなしている、あるいはその可能性を秘めているという点が重要である。何故ならばそれによってパーツ・サプライヤーのLCAネットワークもまたボーダレス化する可能性を付与されるからである。

但しこの場合にはJNXにおける共通ASP機能の一環として—すなわちJNXクロスオーバー型として—LCAソフト開発が進められる必要がある。すなわち、業務アプリケーションの共通化つまりCASP (Common Application Service Provider) と業務アプリケーションとしてのLCAソフトの共同開発という二つの機能がJNXに付与される必要があるという訳だ(注10)。

前者すなわち共通業務アプリケーションづくりに関しては、JNXは既にCAI (Common Applicatin

Infrastructure)に取り組んでいるが^(注11)、後者つまりLCAソフトの共同開発については今後の課題とされている。この点に関しては、共同開発のための基盤を如何に形成するのかが重要である。

なお、「共通ネットワークシステム」活用型開発論に関しては、第Ⅱ部で詳論する。

(ハ) 集積地域ネットワークによる共同開発

そこで検討されなければならないのが、集積地域間のコラボレーションによるLCAソフトの共同開発である。この場合には、まず集積地域の「環境競争力」強化^(注12)がコラボレーションの目的とされなければならない。そうした目的を達成するコラボレーションとしては、自動車製造のビジネス・プロセス・ネットワークにおける三つの重要な集積地域のコラボレーションすなわち金属加工集積 (cf. 新潟) — 自動車部品集積 (cf. 浜松) — 車体組み立て集積 (cf. 愛知) という組み合わせが最適であると考えられる。そしてこうしたコラボレーションが上記のJNXにおける業務アプリケーション共通化の試みとクロスオーバーするならば、それは、否応なく二つの機能—すなわちCAIづくりとLCAソフト開発—における相乗効果の発揮に繋がるがだけではなく、前述したJNX自体が持つボーダレス・ネットワークとしての性格から自ずからボーダレス・コラボレーション—この場合ボーダレス・コラボレーションはさし当たっては北東アジアにおけるそれから出発することになるが—へと発展する可能性を秘めているのである^(注13)。云うまでもなくそれは、JNX版「北東アジアLCAネットワーク」の形成に他ならないのである^(注14)。

(注 1) 永田勝也「環境に配慮した製品設計はいかに行われているか—リサイクルとライフサイクルアセスメントの展開—」 [URL ; http://web.sci.waseda.ac.jp/journal/vol1/no3/nagata/kouen_1.htm]

<3. LCAの進捗状況の概要と課題—特に総合評価に注目して—>及び(財)産業環境管理協会<JEMAI-LCA> [URL ; <http://www.jemai.or.jp/lca/>] 参照。

(注 2) 日本アルミニウム協会・自動車委員会『自動車アルミ化』

[URL ; <http://www.keikyo-unet.ocn.ne.jp/>] ・ V 「アルミ化とLCA」 <1. 軽量化とLCA> 1/2より。

(注 3) (財)産業環境管理協会<JEMAI-LCA> [URL ; <http://www.jemai.or.jp/lca/>]を参照のこと。

(注 4) (財)産業環境管理協会<JEMAI-LCA> [URL ; <http://www.jemai.or.jp/lca/>] ・ 「ライフサイクルアセスメント実施ソフトウェア」 1/2より。

(注 5) (財)産業環境管理協会<JEMAI-LCA> [URL ; <http://www.jemai.or.jp/lca/>] ・ 「ライフサイクルアセスメント実施ソフトウェア」及び「LCAの実施」より。

(注 6) 日本経済新聞 (2001.06.05) を参照のこと。

(注 7) 同上。

(注 8) 同上。

(注 9) 本報告書第Ⅱ部・図表Ⅱ-4-6 (p.58) を参照のこと。

(注10) この点については、本報告書第Ⅱ部第4章 (p.51~72) を参照のこと。

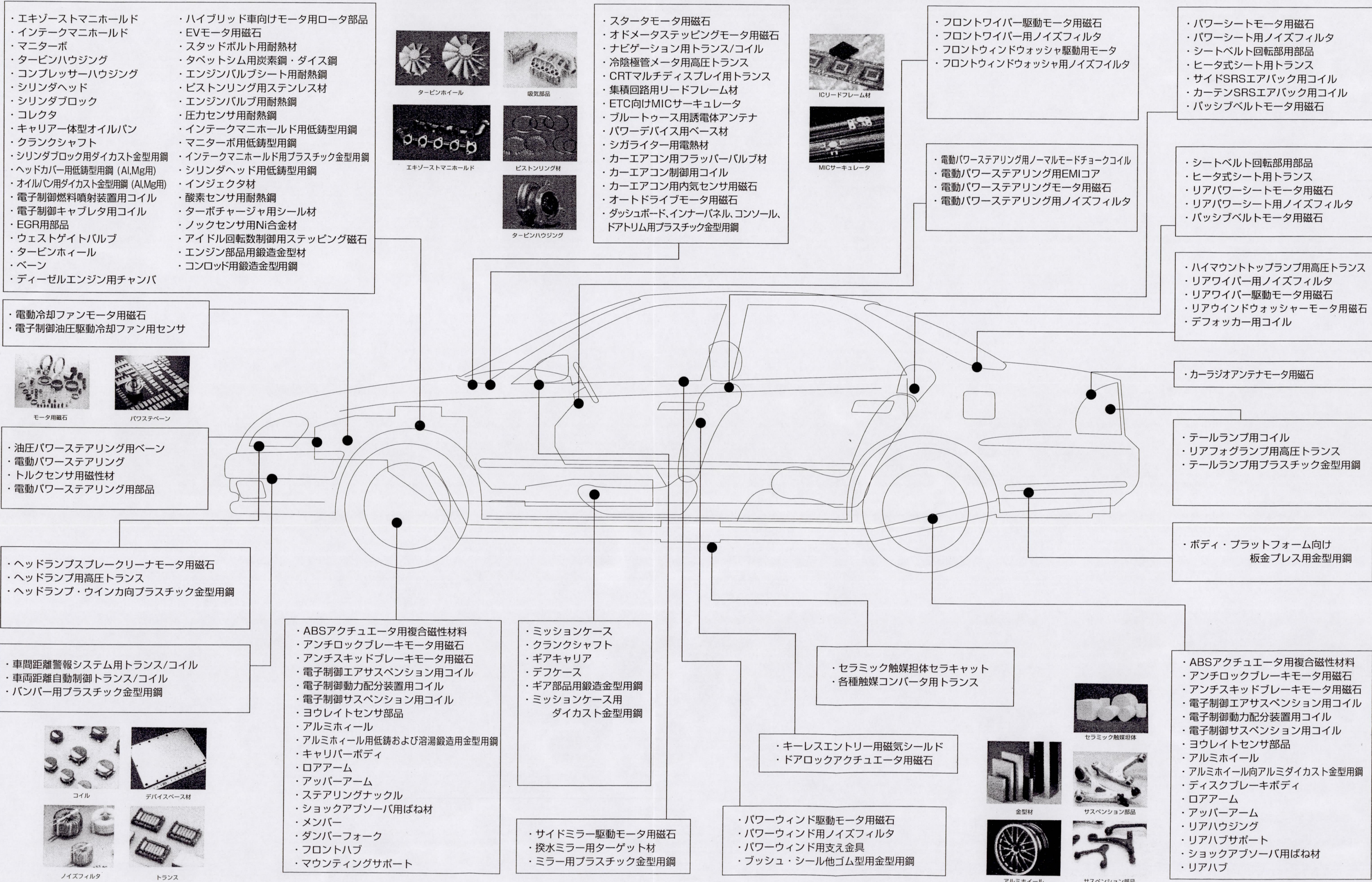
(注11) 同上第Ⅱ部第3章第4節 (p.36) を参照のこと。

(注12) 「環境競争力」については、蛭名保彦「『ボーダレス経営』を巡る論点整理」(新潟経営大学・共同研究『アジア企業進出を巡る問題点と課題—新潟県中越集積企業の「ボーダレス経営」研究—』[2003年11月] p.176~177

[URL ; <http://www.with-online.com/yasuhiko/kenkyu021203.htm>] を参照のこと。

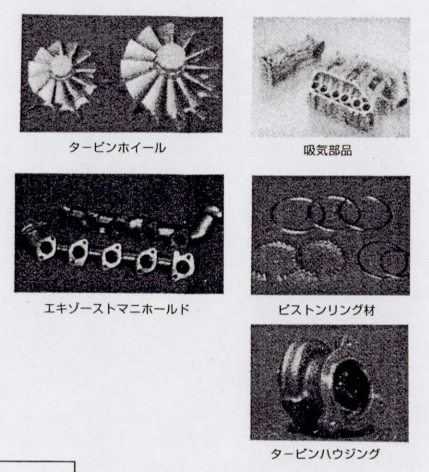
- (注13) ボーダレス・ネットワークは、単にコラボレーションのボーダレス化に寄与するだけでなく、ユーザーを国内だけではなくボーダレスに獲得することにも繋がるということを見逃してはならないであろう。
- (注14) 「北東アジアLCAネットワーク」論はこの地域における「軍民転換」論とも関わっているが、この問題は別途研究される必要があるだろう。

図表1-5-2 日立金属グループの自動車関連部品

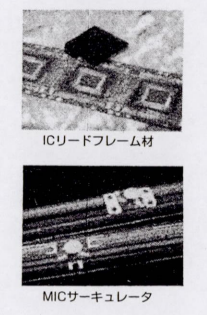


- ・エキゾーストマニホールド
- ・インテークマニホールド
- ・モニターボ
- ・タービンハウジング
- ・コンプレッサーハウジング
- ・シリンダヘッド
- ・シリンダブロック
- ・コレクタ
- ・キャリア一体型オイルパン
- ・クランクシャフト
- ・シリンダブロック用ダイカスト金型用鋼
- ・ヘッドカバー用低鋳型用鋼 (Al, Mg用)
- ・オイルパン用ダイカスト金型用鋼 (Al, Mg用)
- ・電子制御燃料噴射装置用コイル
- ・電子制御キャブレタ用コイル
- ・EGR用部品
- ・ウェストゲイトバルブ
- ・タービンホイール
- ・ベーン
- ・ディーゼルエンジン用チャンバ

- ・ハイブリッド車向けモータ用ロータ部品
- ・EVモータ用磁石
- ・スタッドボルト用耐熱材
- ・タベットシム用炭素鋼・ダイス鋼
- ・エンジンバルブシート用耐熱鋼
- ・ピストンリング用ステンレス材
- ・エンジンバルブ用耐熱鋼
- ・圧力センサ用耐熱鋼
- ・インテークマニホールド用低鋳型用鋼
- ・モニターボ用低鋳型用鋼
- ・インテークマニホールド用プラスチック金型用鋼
- ・シリンダヘッド用低鋳型用鋼
- ・インジェクタ材
- ・酸素センサ用耐熱鋼
- ・ターボチャージャ用シール材
- ・ロックセンサ用Ni合金材
- ・アイドル回転数制御用ステッピング磁石
- ・エンジン部品用鍛造金型材
- ・コンロッド用鍛造金型用鋼



- ・スタータモータ用磁石
- ・オドメータステッピングモータ用磁石
- ・ナビゲーション用トランス/コイル
- ・冷陰極管メータ用高圧トランス
- ・CRTマルチディスプレイ用トランス
- ・集積回路用リードフレーム材
- ・ETC向けMICサーキュレータ
- ・ブルートゥース用誘電体アンテナ
- ・パワーデバイス用ベース材
- ・シガライター用電熱材
- ・カーエアコン用フラッパーバルブ材
- ・カーエアコン制御用コイル
- ・カーエアコン用内気センサ用磁石
- ・オートドライブモータ用磁石
- ・ダッシュボード、インナーパネル、コンソール、ドアトリム用プラスチック金型用鋼



- ・フロントワイパー駆動モータ用磁石
- ・フロントワイパー用ノイズフィルタ
- ・フロントウィンドウォッシャー駆動モータ
- ・フロントウィンドウォッシャー用ノイズフィルタ

- ・電動パワーステアリング用ノーマルモードチョークコイル
- ・電動パワーステアリング用EMIコア
- ・電動パワーステアリングモータ用磁石
- ・電動パワーステアリング用ノイズフィルタ

- ・パワーシートモータ用磁石
- ・パワーシート用ノイズフィルタ
- ・シートベルト回転部用部品
- ・ヒータ式シート用トランス
- ・サイドSRSエアバック用コイル
- ・カーテンSRSエアバック用コイル
- ・パッシブベルトモータ用磁石

- ・シートベルト回転部用部品
- ・ヒータ式シート用トランス
- ・リアパワーシートモータ用磁石
- ・リアパワーシート用ノイズフィルタ
- ・パッシブベルトモータ用磁石

- ・ハイマウントトップランプ用高圧トランス
- ・リアワイパー用ノイズフィルタ
- ・リアワイパー駆動モータ用磁石
- ・リアウィンドウォッシャーモータ用磁石
- ・デフォッカー用コイル

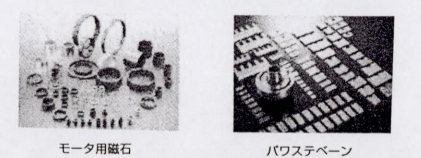
- ・カーラジオアンテナモータ用磁石

- ・テールランプ用コイル
- ・リアフォグランプ用高圧トランス
- ・テールランプ用プラスチック金型用鋼

- ・ボディ・プラットフォーム向け板金プレス用金型用鋼

- ・ABSアクチュエータ用複合磁性材料
- ・アンチロックブレーキモータ用磁石
- ・アンチスキッドブレーキモータ用磁石
- ・電子制御エアサスペンション用コイル
- ・電子制御動力配分装置用コイル
- ・電子制御サスペンション用コイル
- ・ヨウレイトセンサ部品
- ・アルミホイール
- ・アルミホイール向アルミダイカスト金型用鋼
- ・ディスクブレーキボディ
- ・ロアアーム
- ・アッパーアーム
- ・リアハウジング
- ・リアサブサポート
- ・ショックアブソーバ用ばね材
- ・リアハブ

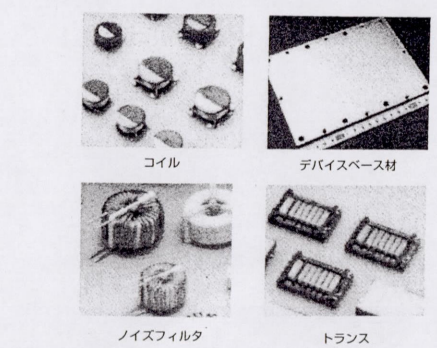
- ・電動冷却ファンモータ用磁石
- ・電子制御油圧駆動冷却ファン用センサ



- ・油圧パワーステアリング用ベーン
- ・電動パワーステアリング
- ・トルクセンサ用磁性材
- ・電動パワーステアリング用部品

- ・ヘッドランプブレークリーナモータ用磁石
- ・ヘッドランプ用高圧トランス
- ・ヘッドランプ・ウインカ向プラスチック金型用鋼

- ・車間距離警報システム用トランス/コイル
- ・車間距離自動制御用トランス/コイル
- ・バンパー用プラスチック金型用鋼



- ・ABSアクチュエータ用複合磁性材料
- ・アンチロックブレーキモータ用磁石
- ・アンチスキッドブレーキモータ用磁石
- ・電子制御エアサスペンション用コイル
- ・電子制御動力配分装置用コイル
- ・電子制御サスペンション用コイル
- ・ヨウレイトセンサ部品
- ・アルミホイール
- ・アルミホイール用低鋳および溶湯鍛造用金型用鋼
- ・キャリアーボディ
- ・ロアアーム
- ・アッパーアーム
- ・ステアリングナックル
- ・ショックアブソーバ用ばね材
- ・メンバー
- ・ダンパーフォーク
- ・フロントハブ
- ・マウンティングサポート

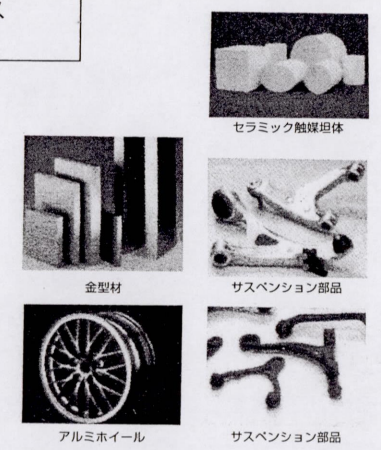
- ・ミッションケース
- ・クランクシャフト
- ・ギアキャリア
- ・デフケース
- ・ギア部品用鍛造金型用鋼
- ・ミッションケース用ダイカスト金型用鋼

- ・サイドミラー駆動モータ用磁石
- ・換水ミラー用ターゲット材
- ・ミラー用プラスチック金型用鋼

- ・セラミック触媒担体セラキャット
- ・各種触媒コンバータ用トランス

- ・キーレスエントリー用磁気シールド
- ・ドアロックアクチュエータ用磁石

- ・パワーウィンド駆動モータ用磁石
- ・パワーウィンド用ノイズフィルタ
- ・パワーウィンド用支え金具
- ・プッシュ・シール他ゴム型用金型用鋼



第Ⅱ部

「自動車産業における環境規制と

『共通ネットワークシステム』

— JNXクロスオーバー型LCAソフト開発の意義 —

第Ⅱ部 「自動車産業における環境規制と 『共通ネットワークシステム』

— JNXクロスオーバー型LCAソフト開発の意義 —

蛭名保彦

(新潟経営大学教授)

はじめに

本稿が解明すべき課題は二つである。一つは、「共通ネットワークシステム」が自動車産業において如何なる意義を有しているのかという点を、LCAコンセプトと情報ネットワークシステムの「融合」という観点に立って明らかにすることである。二つには、上記の融合において「共通ネットワークシステム」としてのJNXは如何なる役割を果たし得るのかという点を明らかにすることである。

まず前者について。この問題は、業務アプリケーションの共通化論及び高度化論と深く関わっている。その理由は次の二点である。第一に、業務アプリケーションの共通化は「共通ネットワークシステム」の展開にとって不可欠であるからだ。「共通ネットワークシステム」はそもそも二つの側面—すなわちネットワークの共通化と業務アプリケーションシステムの共通化という二つの側面—を持っているが、筆者は、後者すなわち業務アプリケーションの共通化が「共通ネットワークシステム」の成否を左右するという認識を抱いている。第二に、JNXクロスオーバー型LCAソフト開発は業務アプリケーションの高度化と表裏の関係にあるからだ。何故か。それは、LCAコンセプトとJNXとの融合は業務アプリケーションの高度化に他ならないからである。つまり、JNXクロスオーバー型LCAソフトとは、JNXにおける業務アプリケーションの共通化・高度化の結集として生み出される業務アプリケーションの一つとみなすことができるということである。かくして、LCAソフトを業務アプリケーションの一つとすることによって自動車産業における「共通ネットワークシステム」の意義は飛躍的に高まることになるのだ。

次に後者つまり環境規制強化対策の一環としてのLCAソフト開発においてJNXが果たす役割についてはどうか。この場合はJNXの戦略性を考慮しなければならない。すなわち、JNXの基盤をなす自動車産業が有する産業連関性からみても、「共通ネットワークシステム」はグローバルであると同時にクロスインダストリー的人格—産業横断的な性格—をも付与されている。そこで、JNXクロスオーバー型LCAソフト開発は、業務アプリケーションの共通化・高度化だけではなくJNXのクロスインダストリー展開—それは「共通ネットワークシステム」としてのJNXアーキテクチャーの多様化を意味している—にも係わっている。そうした意味でも、JNXはLCAソフト開発において重要な役割を果たし得ると考えられるのである。

かくして、JNXクロスオーバー型LCAソフト開発による「要素開発」の成否は、業務アプリケーションの共通化・高度化・多様化を通じてのJNXの新たな展開如何にかかっているということになる。

以上の諸点を整理すると下表の通りとなる。そこで下表に沿って論点をいま一度整理しておくと、(イ)「共

「共通ネットワークシステム」は業務アプリケーションの共通化を不可欠としている、(ロ) JNXがさらに「共通ネットワークシステム」として発展するためには、業務アプリケーションの共通化のみならず、その高度化・多様化をも必要としている、(ハ) JNXクロスオーバー型LCAソフト開発とは、業務アプリケーションの共通化・高度化・多様化の結果として生み出された業務別アプリケーションの一つとみなすことができる、(ニ) LCAソフト搭載型JNXはJNX(Ⅲ)の範疇に属することになる、(ホ) ネットワーク及びアプリケーションの種類は「共通」、「専用」だけでなく両者の融合型すなわち「共専」もあるために、上記の諸点は実際にはさらに複雑に展開することになる—ということだ。

アプリケーションの種類		ネットワーク			ネットワークシステム		
		共通	専用(*3)	共専(*4)	共通	専用	共専
基本的アプリケーション (*1)	共通	JNX(Ⅰ)			JNX(Ⅱ)		
	専用						
	共専						
業務別アプリケーション (*2)	共通				JNX(Ⅲ)		
	専用						
	共専						

(*1) 基本的アプリケーションとは、納入指示EDI、CADデータ、BOM (Bill Of Material：部品表) を指す。

(*2) 業務別アプリケーションとは、基本的アプリケーション以外に必要とされるアプリケーションを指す。

(*3) 専用ネットワークとは、VPNを指す。

(*4) 共専ネットワークとは、共通ネットワークと専用ネットワークの融合型ネットワークを指す。アプリケーションの場合も同様である。

以上の問題意識に基づいて、本稿では、(イ) GNXとしてのANX及びENAXを概観する、(ロ) 次いでGNXの一環としてのJNXの現状・問題点・課題を探る、(ハ) 最後にEUを中心にして展開されている環境規制強化の下で「共通ネットワークシステム」としてのJNXクロスオーバー型LCAソフト開発の意義及び課題を明らかにする。

1. ANXと「共通ネットワークシステム」

(1) ANXの展開

① ANXとは何か

ANXの特質は、「共通ネットワークシステム」と“パートナーシップ”とにあると云えよう。ANXは、米自動車業界の「サプライ・チェーン (Supply Chain)」が抱える様々な問題を解決するために、米自動車業界の非営利団体であるAIAG (The Automotive Industry Action Group) が1998年に稼働を開始した「標準ネットワーク」(注1) であるとされる。確かに、それは一般的には米自動車業界における“標準ネットワーク”であると理解されている。しかしながら、この“標準ネットワーク”なる言葉は甚だ曖昧である。現に当のAIAG自体がそうした言葉を使っている訳ではない。例えばAIAGのURLを念のために覗いてみると、“標準ネ

ネットワーク”なる言葉は一向に見当たらず、自動車産業における「共通ルール (Common Rules)」という言葉が使われているだけである。そして「共通ルール」とは、(イ) CAD、CAM (Computer Aided Manufacturing)、CAE (Computer Aided Engineering)、PIM/PDM(Product Information Management/Product Data Management) などのような生産データ技術、(ロ) STEP (Standard for the Exchange of Product model data) のような“標準”ソフトーなどの共同利用のための自動車産業における共通ルールだとされる(注2)。従ってANXとは、正確には、こうした“共通ルール”を形成するために米自動車産業が創設した「共通ネットワークシステム」であると理解されるべきであろう。

もう一つの特徴は、ANXがANX参加企業の取引関係に関して“パートナーシップ”を重視しているという点である。アSEMBラーとパーツサプライヤーの取引関係は両者の力関係を反映し往々にして“系列取引”に陥りがちであるが、ANXは、パーツサプライヤー間の取引は無論のこと、アSEMBラーとパーツサプライヤー間の取引ですら“パートナーシップ”に基づく関係を前提にしている。ANXが参加企業をTP (Trading Partner) と定義しているのはそのためであろう。

こうした趣旨に沿ってANXは、プロトコルとしてはインターネットのTCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) を採用しかつそれを加入者の共通ネットワーク上で使用するためにエクストラネット仕様のネットワークを創り上げたのである。

② ANXの実体

ANXの加入者 (Trading Partner ; TP) 数は、稼働が開始された1998年末には14社にすぎなかったが、その後大幅に増加し2000年2月末には325社に2001年2月末には600社となった。さらに2003年12月31日現在では843社を数えるに至っている(注3)。

前述したようにANXは当初は非営利団体であるAIAGによって創設されたのであるが、その後1999年9月にはその運営が民間企業であるSAIC社に移管された。ANX加入者の増加に伴い、人材及び資金面で制約のあるAIAGだけでは不十分であり、多くのエンジニアを擁しかつ投資資金も豊富な米国最大規模のエンジニアリング会社の協力が不可欠となったのである(注4)。

さらにまたANXは、登録さえすればネットワークを自由に利用できるTP方式を採用することによって、クロスインダストリーな展開を志向している。すなわち、鉄鋼業界、ヘルスケア産業、電機業界、金融業界、輸送・物流業界さらにはゴム・プラスチック業界などとのネットワーキングを試みているとされる(注5)。

(2) ANXのGNXアプローチ

ANXは創設当初から、クロスインダストリーな展開とともにグローバルな展開をも志向してきたが、後者のグローバル・ネットワーキングに関しても、ANX/SAICのイニシアティブの下で現在積極的に進められている。すなわちANX/SAICとENX、JNX、KNX (Korea Network eXchange) そしてAANX (Australian Automotive Network eXchange) との間でGNX創設に向けての話し合いが精力的に行われており、そこでは、(イ) グローバル接続ニーズの具体化・詳細化、(ロ) グローバル接続のためのビジネスモデル・テクニカルモデルの決定一などが課題とされているとされる(注6)。

(注1) 若林忠彦「海外(米国ANX中心)の自動車業界標準ネットワークの最新状況」([社]日本自動車工業

界『JAMAGAZINE [2000年3月号]』[特集/JNX<自動車業界標準ネットワーク>] [URL ; <http://www.jama.or.jp/lib/jamagazine/200003/07.html>] URL1/3~2/3より。

(注2) AIAG [URL ; <http://www.aiag.org/>] 「Collaborative Engineering & Product Development」 URL1/1参照。

(注3) 1998年末及び2000年2月末については若林忠彦「同上」URL1/6~2/6より。2001年2月末については中山 力「サプライヤーにとって『JNX』は損か得か」(NIKKEI DIGITAL ENGINEERING [2001.3]) p.97より。また2003年12月31日現在に関しては、ANXeBusiness Community [URL ; <http://www.anxglobal.com/community/network-subscribers.html>] より。

(注4) 若林忠彦「同上」URL2/6~3/6参照。

(注5) 同上URL5/6参照。なおANXが、クロスインダストリー・アプローチだけではなく、LCAコンセプトにも関心を持っているということには注意を払っておく必要がある。すなわち、ANXは、“ビッグスリー”つまりダイムラークライスラー、フォード、GMが新たな調達条件としてパーツサプライヤーに対してISO14001の遵守を課した際に、AIAGとしてパーツサプライヤーに対するフォローアップを行いパーツサプライヤー支援に乗り出しているという点は興味深い事実である。何故ならば、ISO14001を調達条件にするということは、いわゆる「グリーン調達」を意味しており、それ自体は環境規制の一環として必要なことではあるが、「グリーン調達」が同時に、その条件を充たせない企業とくにパーツサプライヤーを切り捨てるという結果になるならば、それは“グリーン・デバインド”に他ならないからである。AIAGが“デジタル・デバインド”や“グリーン・デバインド”を回避するためにパートナーシップを発揮するというのであれば、それは決して見逃すべきではない点であろう。

(AIAG「ISO14001 Environmental Certification」[URL ; <http://www.aiag.org/whatsnew.asp>] を参照のこと。)

(注6) 同上URL4/6~5/6参照。

2. ENXと「共通ネットワークシステム」

(1) ENXの展開

① ENXとは何か

ENXは、欧州データ交換標準化検討組織であるODETTE (Organization for Data Exchange by Tele Transmission in Europe) によって運営されている。ODETTEは1999年10月、OEMの12社 (Audi/Fiat/BMW/DaimlerChrysler/FORD/OPEL/PSA/Renault/Saab/Scania/Volvo/VW)、サプライヤー4社 (Aceralia/Siemens/Bosch/Michelin) 及び4つの標準化組織 (独、仏、英、スペインの4組織) からなるETC (European Steering Committee) を組織しヨーロッパ自動車産業全体のネットワーク化に着手した。ENXもまたヨーロッパ自動車業界における“標準ネットワーク”だとされるが、当のENX自体は自らを「アプリケーション・プラットフォーム (Application Platform)」と名乗っている (注1)。そしてこの場合のアプリケーションとは、エンジニアリング、サプライチェーンそしてセールスチェーンという全ビジネスプロセスにおける生産的な活用に資するアプリケーションであるとしている (注2)。要するに“共通アプリケーション”を重視しているとはいえ、それも“標準ネットワーク”というよりもやはり「共通ネットワークシステム」と

理解されるべきであろう。

ENXもまたこうした目的を遂行するためにインターネット接続技術TCP/IPをイントラネット仕様で採用している。

② テスト段階のENX

ENXのTPは2003年12月31日現在で約200社であり^(注3)、ANXや後述するJNXの場合程ではないにしても、その数自体は一応順調に増加していると云える。しかしながらヨーロッパ自動車産業のネットワーク化という意味では、未だテスト段階であり、その意味で実体は各国別展開の域を出ていないようだ。最も進んでいるドイツの場合ですら、1999年3月ようやく稼働したのであるが、ENXに接続しているTPは35社（1999年11月現在）に過ぎないとされる^(注4)。次いでフランスであるが、ようやくパイロット実験を終えて現在稼働に向けて準備中とのことである^(注5)。なお、ドイツとフランスは1999年7月から相互接続テストを開始しているとされる^(注6)。最後にスペインとイギリスは共にパイロット実験ないしそれ以前の段階にあるとされる^(注7)。

(2) ENXのGNXアプローチ

以上のようにENXは現在のところ全体としてテスト段階の域を出ているとは云えず、従って、(イ) まず域内での接続を実現すること、(ロ) 管理・運営組織を必要としていること、(ハ) スウェーデンやイタリアなどの自動車産業へのENXプロモーションが必要なことなど域内自体で取り組むべき課題が多く残されているようだ^(注8)。だが逆に云えば、こうした課題が解決されるかないしはその見通しがつくにつれて、ANX、JNX等との接続の条件も整う—しかも目下のところ概念としては世界で唯一のリージョナルな共通ネットワークシステムとして整う—ということであり、その意味でENXのGNXアプローチも今後注目を要しよう。その際、ENXが共通アプリケーションという側面を重視しているということが大きな意味を持つということもまた指摘しておかなければならないであろう。

(注1) ENX [URL ; <http://www.enxo.com/>] 「Welcome to European Network eXchange」 URL1/1参照。

(注2) ENX 「ENX Applications」 URL1/1参照。

(注3) ENX 「Trading Partners」 URL1/1より。

(注4) 若林忠彦「海外（米国ANX中心）の自動車業界標準ネットワークの最新状況」（〔社〕日本自動車工業界【JAMAGAZINE [2000年3月号]】[特集/JNX<自動車業界標準ネットワーク>]） URL2/7参照。

(注5) 同上URL2/7～3/7参照。

(注6) 同上参照。

(注7) 同上URL3/7参照。

(注8) 同上URL3/7～4/7参照。

3. JNXと「共通ネットワークシステム」

以上から明らかなように、ANXは“共通ネットワーク”としてまたENXは“共通アプリケーション”とし

てそれぞれGNXにアプローチしているのであるが、ここで強調しておかなければならないのは、両者ともそもそもグローバル仕様であるということだ。すなわち、共にインターネット技術のエクストラネット仕様であるが、エクストラネット仕様とはいえ、インターネット・プロトコルTCP/IPを採用しているという意味では技術的にはグローバル仕様なのである。従ってこうしたグローバル仕様のネットワークに対して如何に対応するのかということが日本の自動車産業にとっても重要な課題となるのは当然である。そこでこうした問題意識の下で「共通ネットワークシステム」としてのJNXの意味を次に考えてみよう。以下では、(イ) JNX登場の背景、(ロ)「専用ネットワークシステム」の問題点、(ハ) JNXの構造、(ニ) JNXの課題—などの諸点を通じてこの問題に迫ってみよう。

(1) JNX登場の背景

① 日本の自動車産業における情報ネットワークの整備

日本の自動車産業とくにアSEMBラーサイドでの情報ネットワークシステムの整備は以下のように進展してきた(注1)。

(イ) 社内オンラインシステムの整備

1970年代末迄には社内オンラインシステムの整備がほぼ完了した。その結果、保守部品の在庫管理などがオンラインで行われるようになったが、社外取引に関しては主要取引先とは主として磁気テープを通じてデータ交換を行っていた。

(ロ) アッセンブラー・ディーラー間オンラインシステムの整備

1980年代中頃迄にはディーラーとの間でのオンラインシステムが整備完了した。その結果、車輛受注、納期回答などがオンラインで可能となった。

(ハ) アッセンブラー・パーツサプライヤー間オンラインシステムの整備

1980年代末迄にはパーツサプライヤーとの間でのオンラインシステムの整備が進展する。その結果、部品の内示、発注、納入指示などがオンラインで行われるようになった。

(ニ) シームレス・オンラインシステムの整備

1990年代初頭には、パーツサプライヤーからディーラーに至るまでのシームレスなオンラインシステムが整備される。その結果、調達から販売までのリアルタイム・ビジネス・プロセスが可能になった。

② 日産自動車のケース

こうした自動車産業における歩みをより詳細に観るために、日産自動車のケースを取り上げてみよう(注2)。

(イ) CADデータ交換

同社の情報ネットワークシステムの整備はCADシステムの導入から始まった。1990年代初頭までには設計業務の100%CAD化が実現し—つまりCAD端末は1人につき1台装備されるに至り(図表Ⅱ-3-1参照)—、さらにその後CAD/CAM一元化が可能になるとともに(図表Ⅱ-3-2参照)、ソリッドデータ(3次元CADデータ)の交換による企業間連携を通じて「レイアウト設計」(注3)が登場してきた。その結果、アッセンブラーである日産自動車とパーツサプライヤー間のCADデータ流通量は急増した(図表Ⅱ-3-3)。

(ロ) 調達のEDI化

生産手配システムについては、「所要量計算」(注4)後にパーツサプライヤーに対して納入指示が出され、それは通例数日前の確定発注となるが、こうした“ジャストインタイム”の納入指示に対応するためには、オン

ライン受発注システムが不可欠となる。そこで日産の場合も1974年に、パーツサプライヤーとの間にそれを敷設した。現在では、TCP/IPを用いたPARTNER（図表Ⅱ-3-4）という新調達システムを通じて、約270社、800事業所を接続対象とし、日に15万件のEDIデータを交換している。

（ハ）生産・販売のEDI化

日産は全国200社のディーラーからなる販売網を擁しているが、その販売網では二種類のオンラインシステムが稼働している。一つは「生産統合システム」としてのANSWER（図表Ⅱ-3-5）であり、今一つは「販売会社統合管理システム」である新PROFITである。EDIを装填したANSWERは顧客への納期短縮を目的にして1991年に構築稼働されたものであるが、現在では顧客からの受注2時間後には納期の回答が可能になっている。後者の新PROFITは、顧客からの受注情報を受注EDI情報としてANSWERに伝える受発注システムとしての機能とともに、販売管理、顧客管理、費用管理等販社業務全体を支援する総合管理システムとしての機能をも兼ね備えている。以上の二つのシステムによって顧客への納期が大幅に短縮されたのみならずアSEMBラーである日産とディーラーとの間の情報量も大きく増大している。

（ニ）サービス部品分野の電子化

日産は、1987年からサービス部品検索システムFAST（図表Ⅱ-3-6）を稼働させており、200万点以上の流通部品から目的とする部品の迅速な検索が可能になっている。その結果、殆どの部品を1日以内にサービス拠点に納入できるようになった。

同社ではこの他、整備マニュアル、技術ドキュメントの電子化にも取り組んでいるとされる。

以上からも明らかのように日産自動車におけるビジネス・プロセスは、情報ネットワークシステムの導入整備により今日では調達から販売に到るまでリアルタイム化しつつあるが、それは日本の自動車業界における情報ネットワークシステム整備の進展と軌を一にしたものであると云えよう。

（2）「専用ネットワークシステム」の限界とJNX

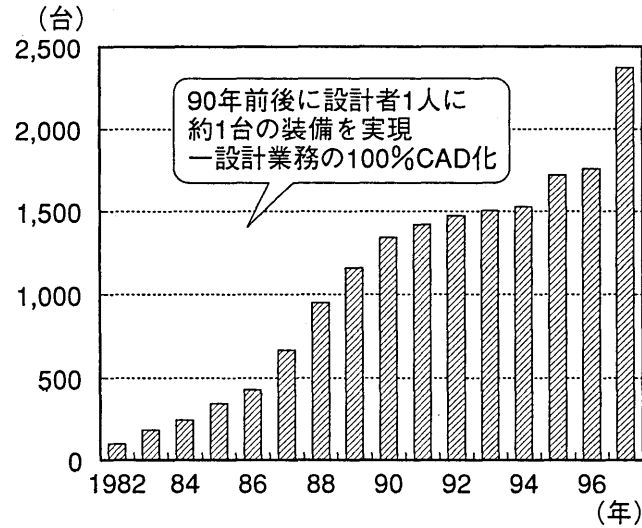
ところで、以上の自動車業界における情報ネットワークシステムの整備がアSEMBラー主導の「専用ネットワークシステム」とくにVPNの整備でもあったということを見落としてはならない。その結果、情報ネットワークシステムの整備が進展すればするほど「専用ネットワークシステム」の限界もまた露呈されるという皮肉な結果となった。すなわち、多回線・多端末状態の深刻化がそれである。

① 多回線・多端末状態の深刻化

A. 多回線・多端末とは何か

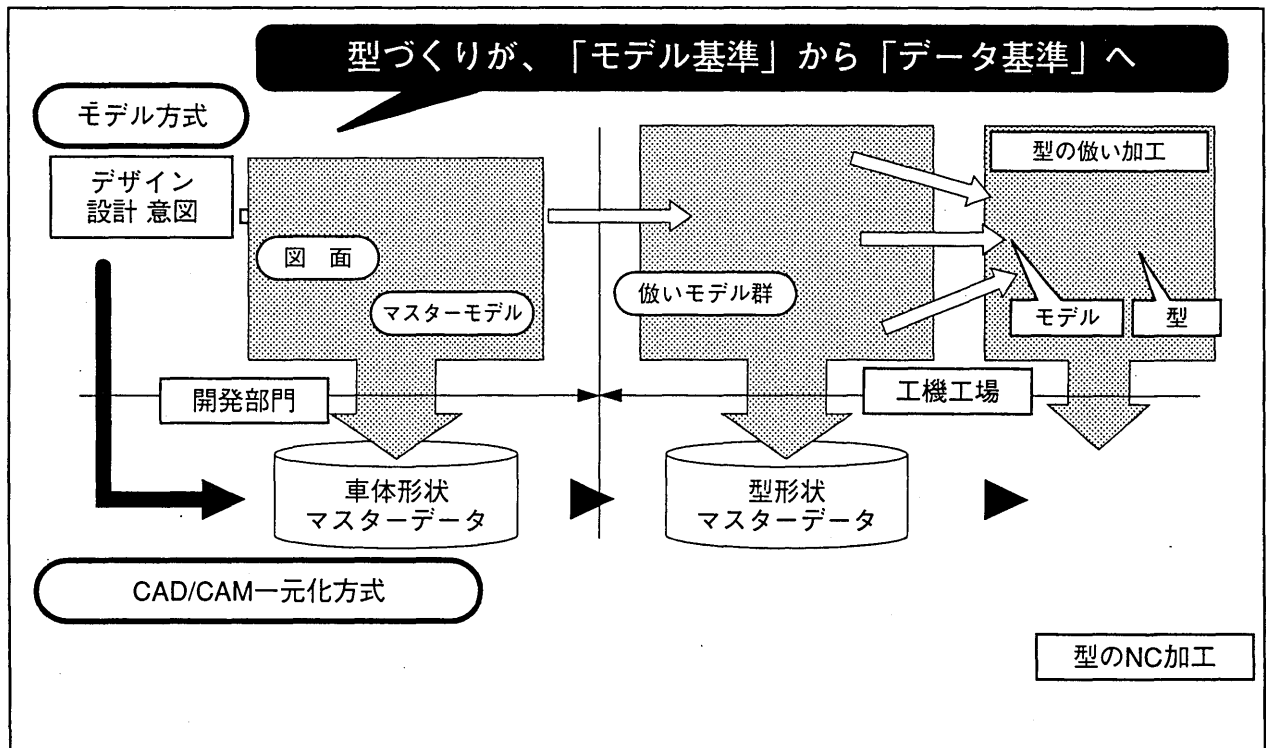
多回線・多端末とは何か。原理的に云うと、それは1社三つの「アプリケーション・システム」（「適用業務システム」）のデータが複数社で交換された場合に発生するデータ交換の複層性・複雑性のことである。まず三つのアプリケーション・システムとは、納入指示EDI、CADデータ、BOM（Bill Of Material：部品表）というVPNに不可欠な基本的アプリケーション・システムを指している。従って、例えばティアⅠ（第1次パーツサプライヤー）a社がアSEMBラーA社と取引を行う場合には、a-1、a-2、a-3という三つの端末及びソフトをまず用意し、さらにa-Aという専用回線を敷設しなければならないということになる。（この場合は、A社が三つのアプリケーション・システムを一つの専用回線のみで稼働させることが可能なケースであるが、逆にアプリケーション・システムごとに専用回線を必要とする場合には、回線自体三つ必要だということになる。）そしてa社がアSEMBラー3社（3社というのは例えば、いわゆる“ビッグ3”を想定した場合のことである）と取引をしている場合には、a-A回線のみならずa-B回線、a-C回線の三専用回線を敷設し、さらに端末・ソフ

図表Ⅱ-3-1 CAD端末台数の推移(日産自動車の例)



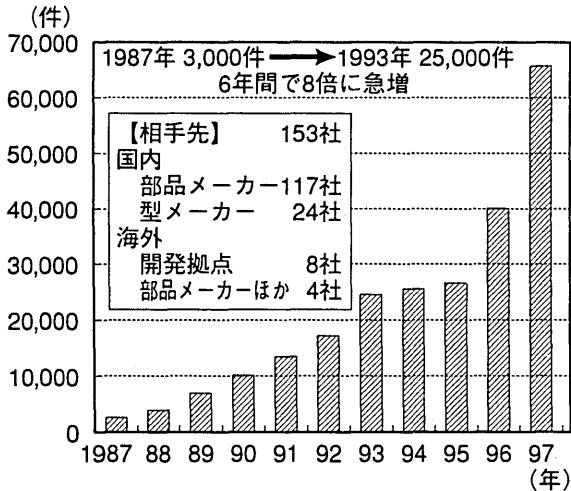
(出所) 加藤 廣「デジタルプロセス実現のための業界共通ネットワーク」
 ([社] 日本自動車工業界【JAMAGAZINE [2000年3月号]】 [特集/JNX (自動車業界標準ネットワーク)]) URL2/3より。

図表Ⅱ-3-2 CAD/CAMによる開発プロセスの変化



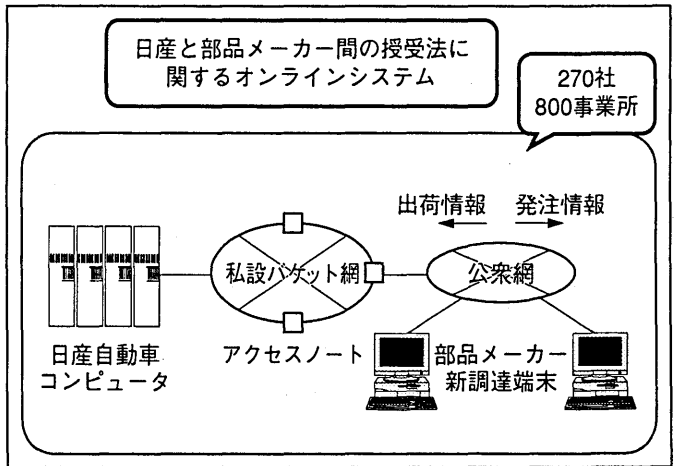
(出所) 加藤 廣「デジタルプロセス実現のための業界共通ネットワーク」 ([社] 日本自動車工業界【JAMAGAZINE [2000年3月号]】 [特集/JNX (自動車業界標準ネットワーク)]) URL1/1より。

図表 II-3-3 データ交換件数の推移(日産自動車グループ)



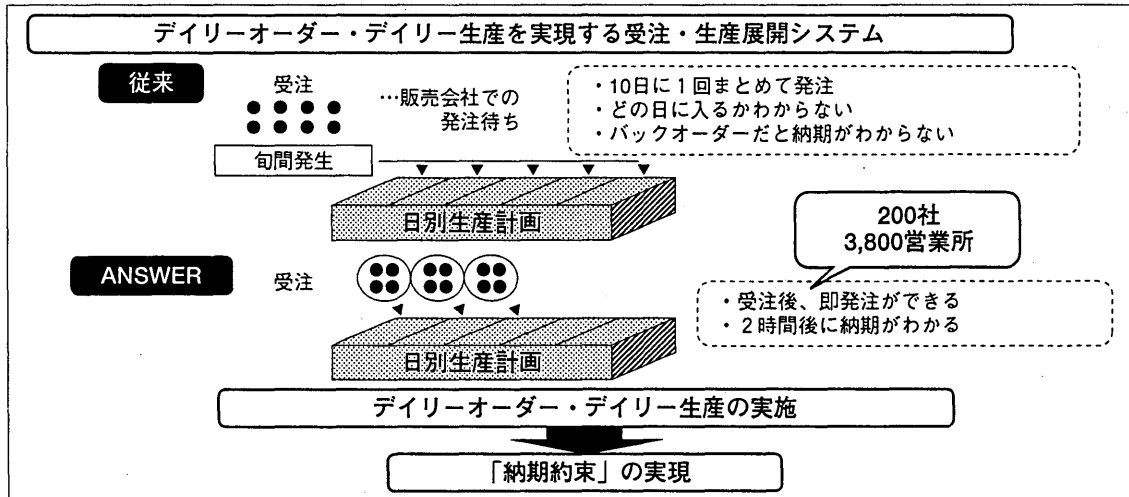
(出所) 加藤 廣「デジタルプロセス実現のための業界共通ネットワーク」([社] 日本自動車工業界「JAMAGAZINE」[2000年3月号]) [特集/JNX (自動車業界標準ネットワーク)] URL1/1より。

図表 II-3-4 新部品調達物流システムPARTNER



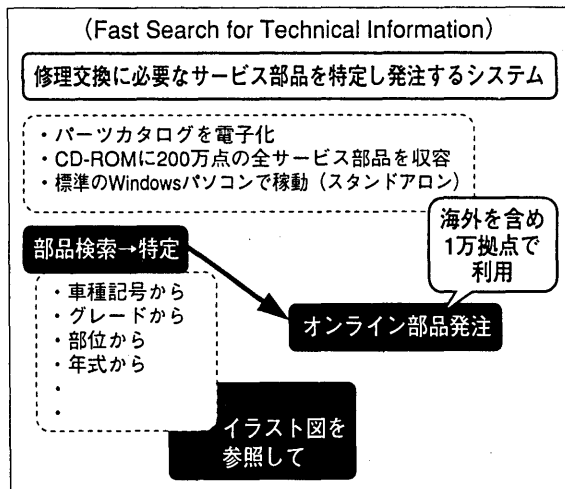
(出所) 加藤 廣「デジタルプロセス実現のための業界共通ネットワーク」([社] 日本自動車工業界「JAMAGAZINE」[2000年3月号]) [特集/JNX (自動車業界標準ネットワーク)] URL1/1より。

図表 II-3-5 生販統合システムANSWER



(出所) 加藤 廣「デジタルプロセス実現のための業界共通ネットワーク」([社] 日本自動車工業界「JAMAGAZINE」[2000年3月号]) [特集/JNX (自動車業界標準ネットワーク)] URL1/1より。

図表 II-3-6 サービス部品検索発注システムFAST



(出所) 加藤 廣「デジタルプロセス実現のための業界共通ネットワーク」([社] 日本自動車工業界「JAMAGAZINE」[2000年3月号]) [特集/JNX (自動車業界標準ネットワーク)] URL1/1より。

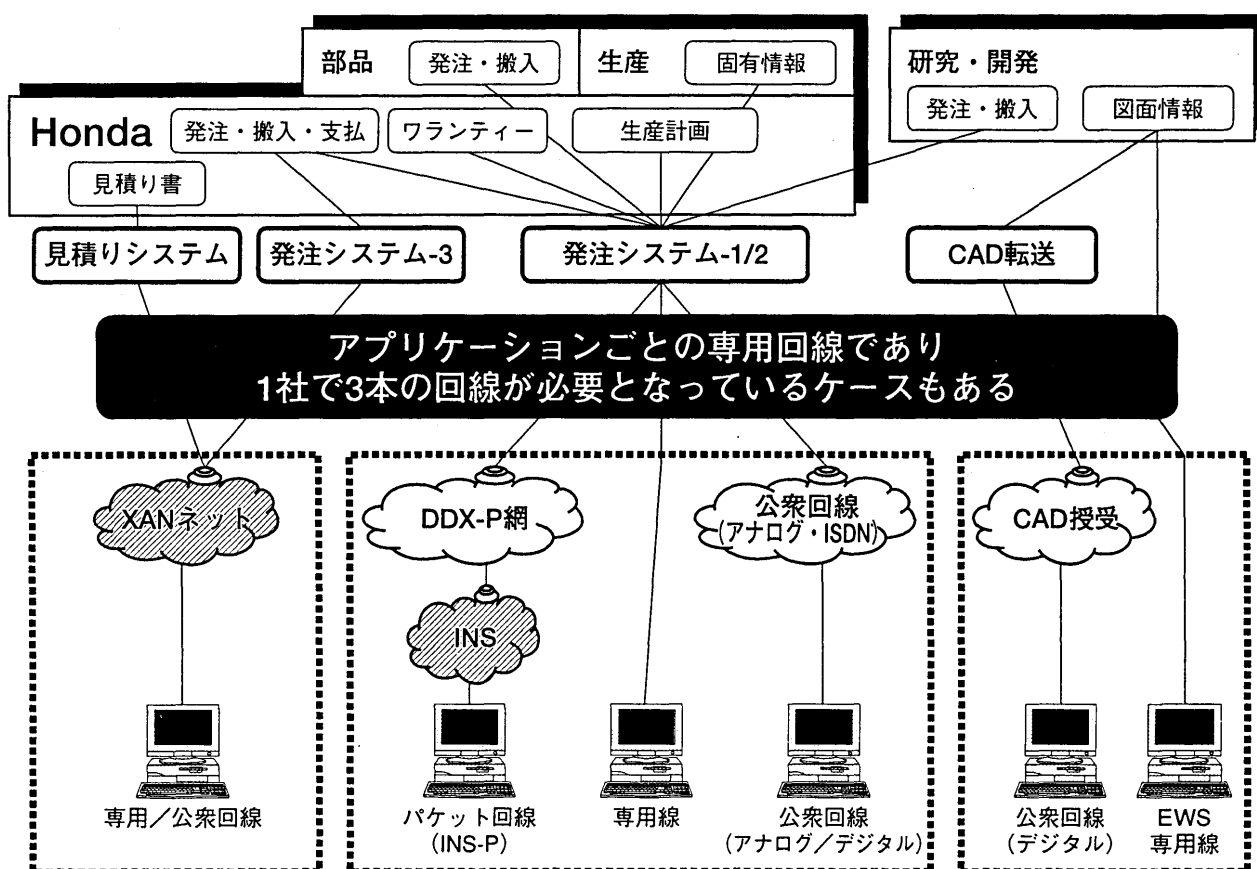
トについても、対A社用のa-1・a-2・a-3、対B社用のb-1・b-2・b-3、対C社用のc-1・c-2・c-3というように合計九つのアプリケーション別端末・ソフトを用意しなければならないということになる。以上が多回線・多端末モデルである。

だがそれは単なるモデルにすぎない。云うまでもないことだが、ティアIの中には3社以外のアセンブラーとも取引を行っている場合があるし、むしろその方が一般的である。とくに海外との取引が拡大すれば取引相手としてのアセンブラーの数も増えることになる。しかも上述したように回線はアセンブラー1社につき一回線とは限らない。またパーツサプライヤーとして登場しているプレイヤーはティアIのみではない。実際の舞台に登場するパーツサプライヤーは、ティアI・II・III…というように複層的なプレイヤーから成り立っている(注5)。その結果、多回線・多端末状態は潜在的には幾何級数的に広がることになる。しかもこうした多回線・多端末状態は、情報ネットワークシステムが本質的に抱えている陥穽すなわち“デジタル・デバイド”をさらに加速する可能性すら孕んでいるのである。従ってこの問題が如何に深刻かは以上のことから容易に想像がつく筈だ。

B. 本田技研工業のケース

上記の多回線・多端末状態の事例を観るためにホンダの場合を取り上げてみよう(注6)。同社はCAD/EDIデータを中心に現在350社以上、600拠点以上のデータ交換を行っている。しかしながらネットワーク構成が各社別でありさらにアプリケーション・システムが業務別であるという意味で典型的なVPNジレンマ(注7)に

図表 II-3-7 Honda情報ネットワークの現状



(出所) 野口貴史「JNXとWebの統合ポータルサイトを構築/TPの取り組み事例(3)・本田技研工業」(〔社〕日本自動車工業界「JAMAGAZINE」[2001年8月号]) [特集/業界共通ネットワーク「JNX」] URL1/3参照。

直面することになった(図表Ⅱ-3-7)。そして業務拡大及び納期短縮というそもそもネットワークシステム本来の目的がネットワーク自体によって逆に妨げられるという皮肉な結果に陥る可能性が生じているのである。

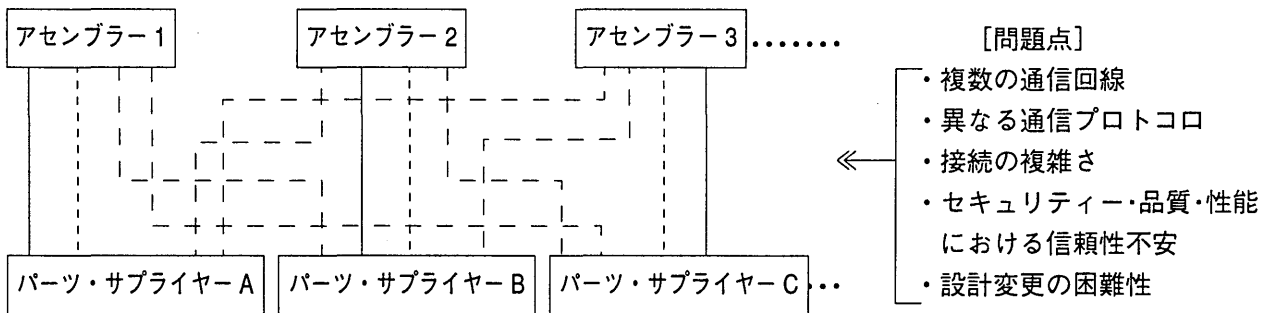
② 「専用ネットワークシステム」限界克服策としてのJNX

ではこうした「専用ネットワークシステム」の限界を如何にして克服すべきなのか。一つは回線自体の共通化すなわち「共通ネットワーク」の創設である。二つには業務アプリケーションシステムにおけるデータの互換性すなわち「変換問題」の打開である。

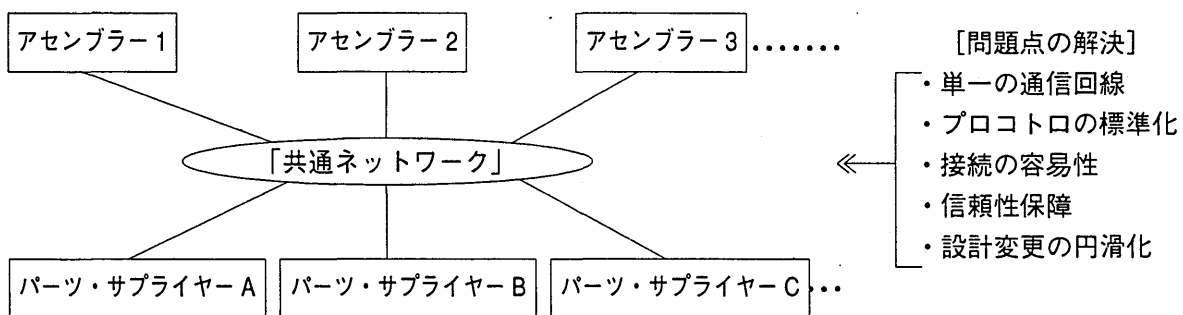
前者のネットワーク共通化のためには「共通エクストラネット」すなわちTCP/IPの共通エクストラネット仕様が必要となる。そうした目的のために創設されたのが「共通ネットワーク」である。そのイメージを画いてみると図表Ⅱ-3-8の通りとなる。要するに「共通ネットワーク」の形成を通じて、(イ) 複数の通信回線が単一の通信回線になる、(ロ) プロトコルがTCP/IPを通じて共通化する、(ハ) その結果接続が容易になる、(ニ) エクストラネット仕様であるために信頼性が保障される — という訳だ。

図表Ⅱ-3-8 A-NX (Asian-Network eXchange) のコンセプト

[1] VPN (Vertical Private Network) 下のネットワーク; 従来のネットワーク



[2] 「共通ネットワーク」の下でのネットワーク; 新しい環境の下でのネットワーク



だが後者については問題はそれほど単純ではない。変換問題はデータの標準化ないしは変換ソフトの開発の何れかによって解決する以外にないのだが、いまのところ共にその目途は立っているとは云い難い。例えばソリッドデータは急速に普及しているが、それは普及すればするほど高度化し複雑化するという性格を帯びている。すなわちCAD/CAMシステムの浸透は今日では機械系製造業の殆ど全ての分野に及んでいるが、同時にそれはCAD/CAE/CAM/CAT (Computer Aided Testing) システムへと発展しており、その結果ソリッドデータもまた著しく高度化・複雑化しているのである。他方、標準化についてはUnigraphicsがある程度は普及し、また交換ソフトに関しても米工業規格としてIGES (Initial Graphics Exchange Specification) やISO (国際標準機構) のSTEPなどが開発・整備されつつあるが、それらの普及や開発・整備はソリッドデータの

上記のような急速な発展に比べて立ち後れていると云わざるをえない。

そこで「専用ネットワークシステム」の限界を克服するためには、前者すなわち共通ネットワークの構築とともに後者すなわち業務アプリケーションシステムの共通化という二つの課題に応えるための「共通ネットワークシステム」(注8)を構築しなければならないということになる。それこそがJNXのベーシック・アーキテクチャー(基本設計思想)に他ならない。つまり、JNXは「専用ネットワークシステム」の限界を克服するために、「共通ネットワークシステム」という新たなコンセプトの下で登場してきたという訳だ。

では、JNXはどのように展開しているのか。この点を次にみることにしよう。

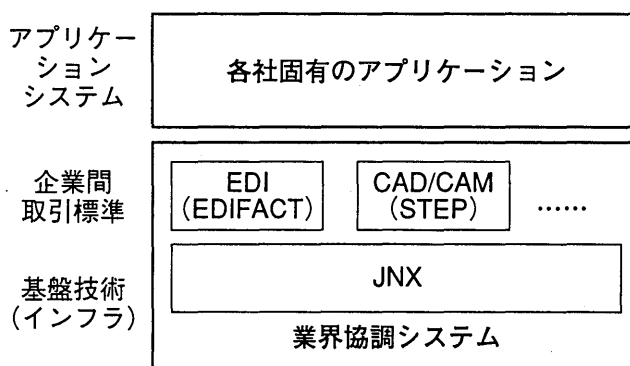
(3) JNXの構造

① JNXの特徴

まずJNXの特徴から観てみておこう。ANX、ENXと同様JNXのネットワーク・アーキテクチャー(ネットワーク設計思想)もまたグローバル仕様であるということを確認しておかなければならない。すなわちプロトコルとしてはやはりTCP/IPを用いたエクストラネット仕様であり、その意味ではANX、ENXとは同様の仕様である。従ってJNXはそもそもGNXという性格を内包しているということを見落としてはならない。

第二に、上述したようにJNXは本来二つの課題を担っている筈なのだが、当面はその中の前者すなわち「共通ネットワーク」の形成に重点を置かざるを得ない状況にある。すなわちJNXは共通ネットワーク問題と変換問題とを概念上明確に区分しており(図表Ⅱ-3-9参照)、さらに業務アプリケーションシステムの共通化問題に関しては少なくともさし当たっては各企業の問題だとしている(同上)。従ってそれはより正確には「共通基盤ネットワーク」と定義すべきであろう。

図表Ⅱ-3-9 JNXの位置づけ



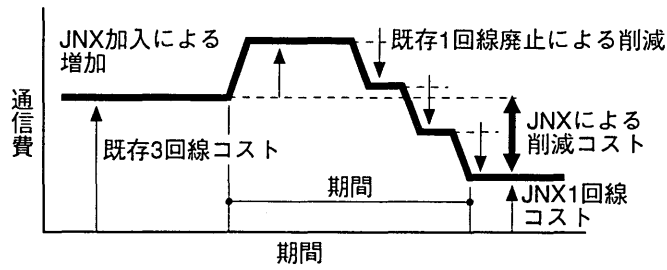
(出所) 蔵永泰彦「日本の自動車産業業界標準ネットワーク(JNX)の構築」URL29より。

第三に、JNXの目的は、一つには通信コスト引き下げに、二つには業務の効率化に置かれている。例えば3社のアSEMBラーと取引をしているティアIの場合、3回線が1回線になるために2回線分の回線使用料及び運用管理費が削減されることになるが(図表Ⅱ-3-10参照)、その場合のコスト削減効果はティアI・1社につき年間400万円に達すると試算されている(注9)。云うまでもなくティアIは複数社存在しており、しかもパーツサプライヤーの重層性を考慮すれば、回線共通化のコスト削減効果はこれよりも遙かに大きなものとなり、しかもそれはコスト削減だけではなく業務の大幅な効率化をも伴う筈である(注10)。

②JNXの仕組み

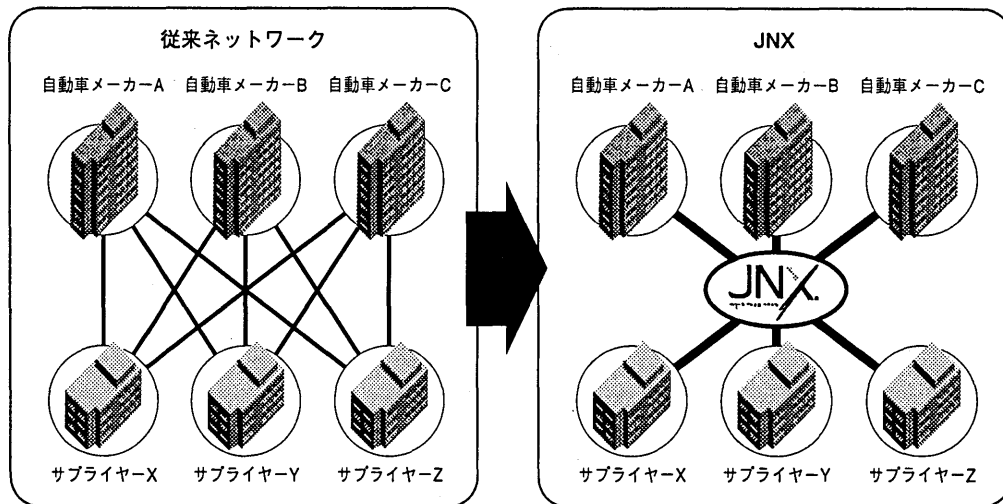
図表 II -3-10 JNX移行時のコスト削減効果 (取引先が3社のTPの場合)

JNX移行時のコスト削減モデル



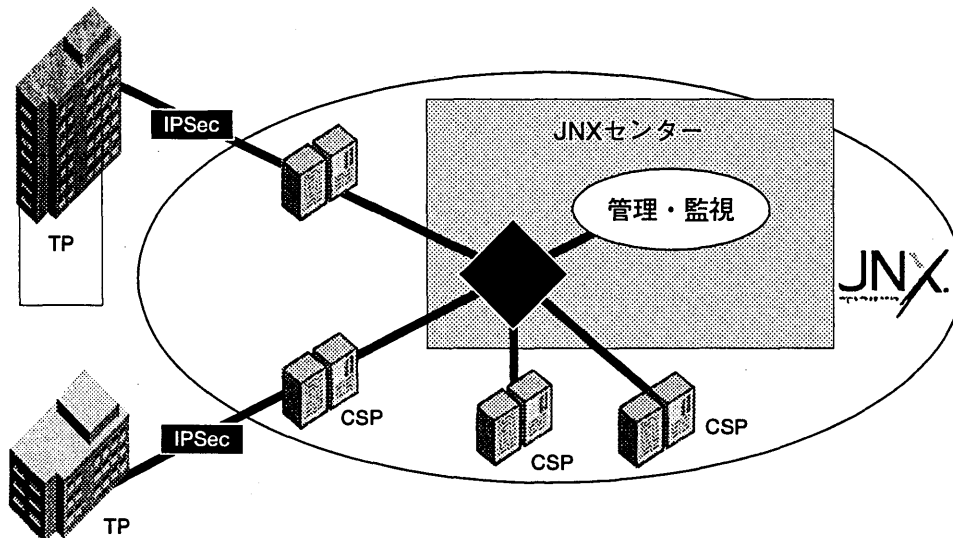
(出所) 塩坂行雄「JNXとは」([社] 日本自動車工業界「JAMAGAZINE [2001年8月号]」
【特集/業界共通ネットワーク「JNX」】) URL1/3より。

図表 II -3-11 複雑なネットワークを解消するJNX



(出所) 塩坂「JNXとは」([社] 日本自動車工業界「JAMAGAZINE [2001年8月号]」
【特集/業界共通ネットワーク「JNX」】) URL1/3より。

図表 II -3-12 JNXの仕組み



(出所) 塩坂「JNXとは」([社] 日本自動車工業界「JAMAGAZINE [2001年8月号]」
【特集/業界共通ネットワーク「JNX」】) URL1/3より。

以上のような特徴を持つJNXはどのような仕組みで運営されているのか。まずJNXの構造は既に述べた「共通ネットワーク」概念（図表Ⅱ-3-8-[2]参照のこと）に基づいている（図表Ⅱ-3-11参照）。またそれは、インターネット接続技術TCP/IPを採用しながらも、セキュリティー、性能、品質における信頼性を保障するためにエクストラネット仕様となっている。そのためにTPはIPSec（IP Security Protocol；IP暗号化プロトコル）を通じてCSP（Certified Service Provider；認定プロバイダー）にアクセスすることが求められている（図表Ⅱ-3-12参照）。そして「システム・サプライヤー3（System Supplier 3）」^(注11)としてはJNXセンターが管理・運営に当たっている。

JNXは2000年10月に稼働したが、稼働後短時間にもかかわらず、その後TPは大幅に増えている。2002年3月末には早くも、JNXへの接続済み企業は309社、承認済み企業が13社（但し承認済み企業数の場合は2002年2月末現在）、申請済み企業は396社に達したとされているが、2003年12月26日現在ではさらに、接続済み企業が624社（この他承認済みは33社、申請済みは65社）に迄増大している^(注12)。

（4）JNXの課題

① 全体的課題

ではJNXはどのような課題を抱えているのか。それは全体的な課題と各社が抱えている課題とに分けられる。まず前者については、（イ）業務アプリケーションの共通化、（ロ）クロスインダストリー型業務アプリケーションの展開、（ハ）グローバルネットワークへのアクセス、（ニ）A-NX化の一環としての中国における展開、（ホ）JNXクロスオーバー型LCAソフト開発のための業務アプリケーションの高度化—の五つからなる。本節ではそのうちの四点を取り上げ、最後の点については次節に譲ることにする。

A. 業務アプリケーションの共通化

まず業務アプリケーションシステムの共通化問題から始めよう。それはさらに二つの問題からなる。一つはアプリケーションシステムの共通化であり、いま一つは変換問題である。前者については、既に述べたようにそもそも共通ネットワークシステムに内在している問題である。前述の場合には単純化のためにEDI、CAD、BOMの三つの例で説明したが、より細かく言えばそこにさらにメインフレームアクセス、クライアント/サーバー・アプリケーション、電子メールなどが加わり極めて輻輳している。後者の変換問題はなおさら厄介である。先の例では三次元CADデータすなわちソリッドデータのケースのみを取り上げたが、それ以外にも、EDIに関しては、データ・フォーマットやデータ・エレメントの標準化、EDIFACT（Electronic Data Interchange for Administration, Commerce and Transport；EDIの国際標準規格）の普及^(注13)など問題が山積しており、さらにそれに加えてHTML（Hyper Text Markup Language；ハイパーテキスト記述用言語）、さらにHTMLの次世代技術であるXML（eXtensible Markup Language）など新技術への対応にもまた迫られているのである。

従ってJNXは、こうした複雑な業務アプリケーションシステムの共通化問題と変換問題にどのように取り組むのかが問われている。その点で注目されるのは日本IBMの協力を得て現在開発が進められているCAI（Common Application Infrastructure；共通基盤アプリケーション）づくりの試みである^(注14)。それは、JNX上で企業間電子商取引システム等を構築する際に不可欠な認証やデータ交換等の共通基盤を提供しようという試みであり、いわばASP（Application Service Provider）の共通化版である。例えば利用者は、アプリケーション毎のユーザーID、パスワード、URL等の情報管理が不要となり、JNXアプリケーションへのアク

セスの容易化を計らんとするものである(注15)。

B. クロスインダストリー型業務アプリケーションの展開

第二にクロスインダストリー型業務アプリケーションの展開について。既に述べたように、JNXはエクストラネット仕様ではあるとはいえ、TPとして加入が認められさえすれば自由に他のTPと接続可能な訳だから、業種を超えたネットワーク形成は本来容易な筈である。その点で、ANXはネットワークの範囲を自動車産業に限定せず他の産業にも広げつつあるということは既に指摘したところであるが、JNXの場合にもこうした指向は創設次以来打ち出されている。例えば「システムサプライヤー3」の母胎をなしている(社)日本自動車研究所が掲げている構想は図表Ⅱ-3-13の通りであるが、そこからも窺えるように、JNXのSCM(Supply Chain Management)アーキテクチャー—すなわちビジネスプロセス・アーキテクチャー—自体がクロスインダストリー型であると云える。これは、そもそも自動車産業が極めて広範かつ強固な産業連関性を持っているということを反映しているのであって、ある意味では当然のことであろう。

かくしてJNXがその目的に添った効果を発揮し始めれば、他方で進展が想定されるクロスインダストリー化を通じてその効果が他産業にも波及しまた逆にそのことが自動車産業における効果に相乗作用として逆波及することが期待されるのである。従ってクロスインダストリー型業務アプリケーションシステムの開発・展開もまたJNXにとって重要な課題とされるべきであろう。

C. GNXへの対応

第三のグローバルネットワークへのアクセスについて。既に述べたように、JNXのネットワーク・アーキテクチャーはプロトコルをTCP/IPとする「共通ネットワークシステム」という点でそもそもグローバル仕様である。従ってGNXを通じてANXやENXとの接続の可能性は技術的に開かれているのみならず(注16)、ANXやENX同様TPシステムを採っている以上、制度的にもGNXの一環をなしているとみなし得るのである。

実体的にも、アSEMBラーを中心にCADデータやEDIデータが既に海外取引に多く使われ始めており(前掲の図表Ⅱ-3-3を参照のこと)、GNXに対するニーズは今やかなり大きくなりつつあるものと想定される。

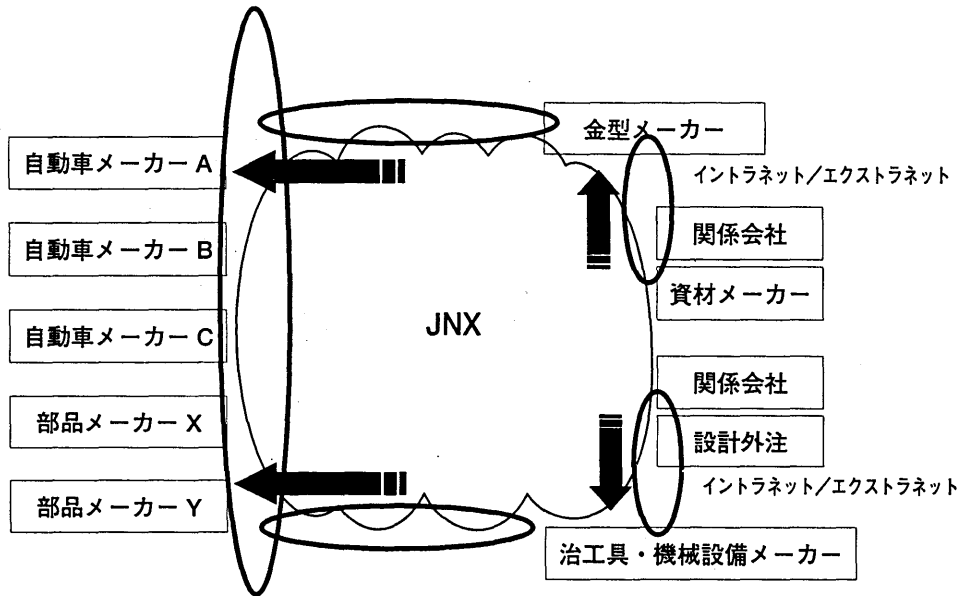
しかしながらここでよく考えておかなければならないのは、JNXとしては、単にANXとENXとのネットワークを強化するだけでなく、アジアにおける「共通ネットワークシステム」すなわちA-NX(Asian Network eXchange)(注17)を形成するという戦略的課題をも抱えているということである。とくに重要なのは、KNX(注18)やAANX(注19)との「共通ネットワークシステム」の形成である。後述するように中国への日本をはじめとする海外自動車企業の進出及びそれを背景とする中国の自動車産業の急速な発展を考慮すれば、やがて「CNX(China Network eXchange)」問題が登場することも想像に難くないであろう。そうした意味で、JNXとしてはA-NX構築問題を含めてGNXアプローチを強める必要があるということを改めて強調しておかなければならないのである。

なお、JNXのネットワーク・アーキテクチャーにおける二重戦略性を示す一例として参考までに図表Ⅱ-3-14を紹介しておこう。

D. 「JNX in China」

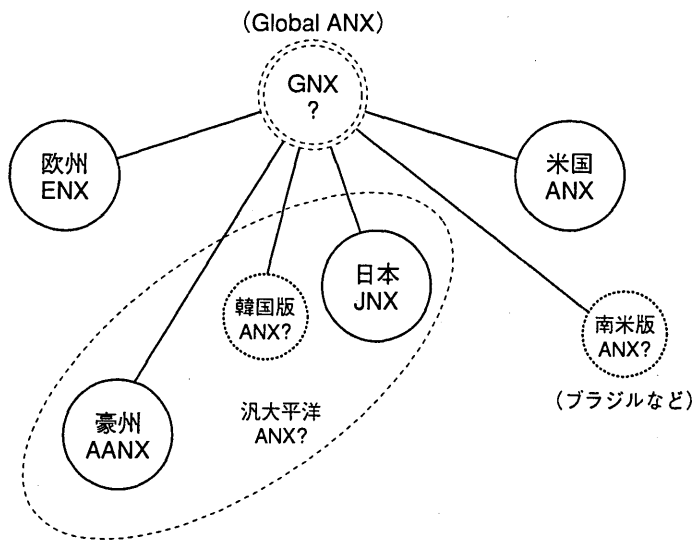
上記の「CNX」についてはとくに注目を要する。中国における自動車産業の発展がアジアにおけるそれにとって極めて重要な意味を持っている以上、それはJNXのA-NX化とともに避けては通れない問題となる可能

図表 II-3-13 自動車の生産準備段階のサプライチェーン



(出所) (財) 日本自動車研究所「自動車産業の電子商取引に係わる共通基盤システムに関する調査研究」URL50より。

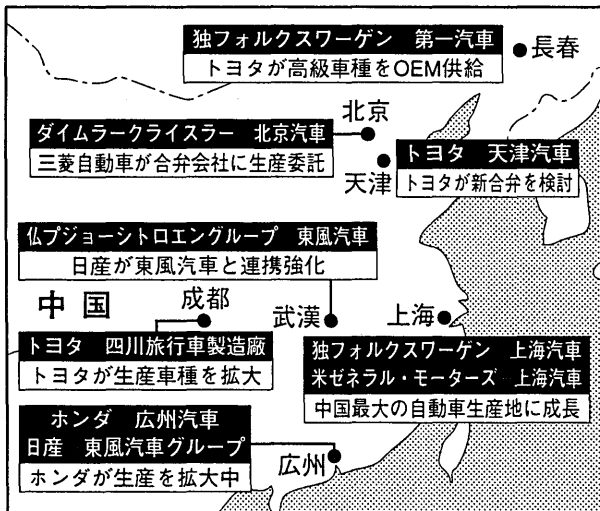
図表 II-3-14 国際接続イメージ



(出所) 蔵永泰彦「日本の自動車産業業界標準ネットワーク (JMX) の構築」URL33より。

図表Ⅱ-3-15 自動車メーカーの対中国進出状況

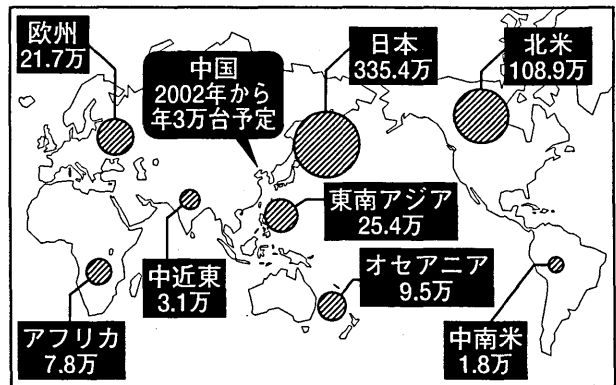
[1] 海外自動車メーカーとの主な合併生産事業(計画を含む)



(出所) 日本経済新聞2002年6月6日より。

[2] トヨタの世界生産体制

(数字は2001年の生産台数、●は主な車両生産拠点)



(出所) 日本経済新聞2002年10月9日より。

性があるからだ。この点がJNXの第四の課題である。現在の世界の自動車メーカーの対中国進出状況(図表Ⅱ-3-15-[1]参照)を考慮すれば、「CNX」自体がミニGNX化する可能性を秘めていると云えよう。しかも自動車メーカーの対中国進出がグローバル戦略の一環をなしているということを考慮すれば(例えばトヨタ自動車の第一汽車との合併はその典型である[図表Ⅱ-3-15-<2>参照])、なおさらそうした性格が強まる可能性がある。しかしながらそのことは逆に「CNX」が、それ自体としてではなく、ANX、ENX、JNXなどの中国における競争と協調を通じて形成される可能性が強いということを示唆している。何故ならば、世界の自動車メーカーの対中進出自体が中国市場獲得を巡る激しい争いであるという側面を伴っており、こうした状況はネットワークに関しても反映されざるを得ないものと観られるからである。一斉に対中進出に乗り出した日本の自動車メーカーについても(注20)、日系企業間における「共通ネットワークシステム」の形成を通じて中国における取引においてもやはり多回線・多端末問題が発生するものと観られるパーツ・サプライヤーにとっては「共通ネットワークシステム」の必要性はとくに切実のものとなるであろう、「CNX」に係わっていくのが最も現実的なアプローチとなるものと想定される。その意味で「JNX in China」論もまた今後避け難い課題となるであろう。

② 各社別の対応と課題

以上の全体的な課題に対してJNXにおいて中心的な役割を担っているアSEMBラーやティアIはどのように対応し、またどのような課題を抱えているのか。この点もまたJNXの帰趨を握る重要な問題であると考えられる。そこでトヨタ自動車、本田技研工業、富士重工、デンソーの事例研究を通じてこの問題にも若干触れておくことにしよう。(なお、主要自動車メーカーのJNX移行計画は図表Ⅱ-3-16の通りである。)

A. トヨタ自動車

まずトヨタについて観てみよう(注21)。システム構成は、サプライヤーからアクセスされるサーバー群と、それにJNXからのアクセス経路を設定したものとからなっている(図表Ⅱ-3-17-[1]参照)。問題はJNX用のアドレス割り振りとJNXへの経路振り分けを如何にコントロールするかであるが、それに対して現在のところ手入力で行っているが、今後は自動設定に切り替える予定であり、それが実現すれば、JNX経路の比重は高まり、

少なくとも共通ネットワークとしてのJNXの役割は増すことになるものと想定されるとしている。

アプリケーションに関しては、(イ) Web系アプリケーション、(ロ) EDI系蓄積交換システム、(ハ) CAD系蓄積交換システム、(ニ) 固有ポート使用アプリケーションに層別化されており(図表Ⅱ-3-17-[2]参照)、しかもそれぞれのアプリケーションごとにIPsecとファイアー・ウォールが設定されているので、各アプリケーションにアクセスするためには経路設定だけではなくアプリケーション毎のVPNの設定申請などが必要になり、その意味では現在のところJNXの果たす役割は業務アプリケーションに迄及んでいるとは言い難い。

トヨタは、JNXをコスト削減や業務改善効果さらには納期短縮など潜在的には自らにとっても大きな効果が期待されるとしながらも、ネットワークの接続に関しては信頼性の面でいま一つ不安を隠せないことや、共通アプリケーションサービスの不十分さなどから、JNXを自社VPNの補完物として位置づけているようだ。

しかしながらトヨタはJNXの可能性自体については大きな期待を寄せている。最も大きな期待は国際接続である。それが実現すれば、(イ) 安価な国際回線として利用できる、(ロ) ネットワークの付加価値向上によりVoIP (Voice over IP) やテレビ会議などの活用が可能になり、リアルタイム化が一層進展することによってネットワークの魅力向上が大いに期待できるとしている。

なお、トヨタ自動車は「共通ネットワークシステム」としての対JNXアプローチとは別に、後述するように(第4章第4節②「『3次元統合CAD/CAM/CAE』システムの導入と展開」参照)、社内の3次元統合システム形成に伴いトランスレーターとして業界標準トランスレーター「JAMA-IS」を導入しているが、これは同社の統合システムが標準ネットワークシステムとも繋がりを持っているということの意味している。

B. 本田技研工業

次にホンダについてはどうか^(注22)。ホンダの場合は自社の「総合ポータルサイト」の構築とJNXへの移行が同時に行われつつあるという点に特徴がみられる。総合ポータルサイトは、図表Ⅱ-3-18からも明らかなように、自社の既存業務アプリケーションシステムのプロトコルを全てTCP/IP化し、CAD図面転送をはじめ生産関連情報、品質関連情報までも含めて一つのポータルサイトに纏め、そしてネットワークとしてはJNXとIP-VPNを併用して使うというものである。

少なくとも一方ではホンダはJNXに対して積極的な姿勢を持っており、その意味ではJNXは同社にとっても重要な役割を担っていると云えよう。

だが他方ではホンダはVPNの標準化にもトライしている。同社は、パーツサプライヤーとの情報共有ネットワークシステムの本格的な構築を指向しており、そのために上記の総合ポータルサイトづくりの一環として2001年10月には「IMPACT-Ⅲ」を構築したと伝えられる^(注23)。それは、これ迄複数のシステムに分かれていたものをWebベースで統合したものであり、その結果、同社と取引のある国内ティアⅠの約8割に当たる約370社が既にその利用を開始しているとされる^(注24)。注目すべきは、それがVPNの下での「標準ネットワークシステム」づくりに繋がっているという点である。「IMPACT-Ⅲ」へ移行することによって、パーツサプライヤーが自社内にイントラネットを構築すれば、外部への回線は1本で済むことになる。(これ迄は、ホンダとパーツサプライヤーの間ではアプリケーション・システムごとに個別の回線を使用してきたために、パーツサプライヤーはホンダ1社との取引だけのためにシステムごとの回線・端末を必要とし、その結果、回線だけでも最低3本から10本を開設せざるをえなかったとされる^(注25)。)従って、「IMPACT-Ⅲ」の下では、それ自体は商用ネットワークシステムでありながらも、VPNが同時に「標準ネットワークシステム」の機能をも併せ持つという性格を帯びることになる^(注26)。ホンダの試みは、現時点では「専用ネットワークシステム」と

「標準ネットワークシステム」との併用型とみなされるにしても、見落としてはならないのは、そこには両者の融合の可能性が伏在しているということであろう。この点は、後述するトヨタ系プロバイダー「デジタルクルース」社の試みとも関連して注目しておかなければならないであろう。

かくして、本田は「共通ネットワークシステム」と商用型「標準ネットワークシステム」の併用型へと移行しつつあるが、こうした併用方式は単に本田の問題のみに止まらず、後述するようにJNXの今後の展開のあり方にも関わっているのである。

C. 富士重工業

アSEMBラーの最後に富士重工業を取り上げてみよう^(注27)。同社の場合も、本田と同様JNX実証実験と並行して1999年に統合ネットワークの基盤「Subaru NETwork-Supplier Vehicle (SNET-SV)」を稼働させている。それはCADデータの伝送を中心にして、特定のフレームリレー網上に構築したVPNを利用するというものであった。他方JNXの実証実験においてはセキュリティー、安定性、パフォーマンスに力点を置いて参画したが、それらのチェックポイントに対して同社としては満足のいく結果が得られたので、結論としてJNXをSNET-SVの業務拡大版である「SNET-SV 2nd STEP」に組み込むことにしたとされる。

同社としては、幾つかの問題点を抱えながらもJNX本来のメリットであるコスト削減、業務効率化などに一定の成果が上がったと判断しているが、JNX導入を機に多くの社内システムの統合が進展したこと、とくに認証システムの一体化に成功したことは、JNXの業務効率化効果として強調されて然るべきだとしている。

D. デンソー

最後にティア I の立場としてデンソーのケースを取り上げておこう^(注28)。同社の場合、ネットワーク取引は受発注を含めて現在340社に達しており、多回線・多端末状態に苦しんでいる最も典型的な企業の一つである。従ってJNX導入に対しては最も積極的なスタンスで臨んでいるものと想定される。図表Ⅱ-3-19-[1]は同社のネットワークの現状とJNX導入後に想定される姿を比較したものである。同図表からも明らかなように、同社はJNX導入によって先ず多回線状態の解消を狙っていることが解る。こうした狙いをより確実に実現するために同社は、まずL3-Switchを使ってインターネットとJNX使用環境を振り分けるとともに、さらにアドレス変換(NAT)を使ってアドレスをJNX側アドレスに変換することによって、ルーティング制御可能なシステムを構築している(図表Ⅱ-3-19-[2]参照)。

その結果、同社は、まず技術的に切り替えが容易なTCP/IPベースのアプリケーション(例えばCADデータ交換システムなど)を中心に、これまで15システムをJNXに切り替えることによって既に9本の回線を削除することに成功した。その結果、JNX導入に伴う初期投資の回収を既に終え、フローベースでのJNX効果を享受し得る段階に早くも移行している。

だが同社の場合にも、ネットワーク自体の運用よりも業務アプリケーションの違いによるシステム運用の負荷の方が大きいという点で上記の成果は共通ネットワークの範囲に止まっている。従って同社の場合もまた、業務アプリケーションシステム共通化の未達成という制約を如何に打開するかが、今後のJNX運用における最大の課題であるとしている。

③ JNX展開の新たな可能性

ところで、上述した商用型「標準ネットワークシステム」と「共通ネットワークシステム」併用利用方式は、

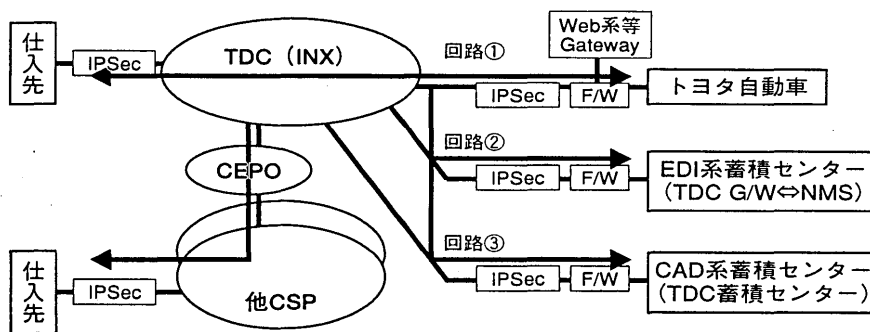
図表Ⅱ-3-16 自動車メーカー（日本自動車工業会の会員企業）のJNX移行計画

メーカー名	アプリケーション名	利用可能時期
いすゞ自動車	CADデータ交換システム	2001年2月
	新IDCOM（納入指示システム含む）	2001年4月
	Web & MAIL	2001年4月
川崎重工業	CADデータ交換システム	稼動済み
	図面配布システム	2001年2月
	EDI（バッチ）	2001年4月
	Web系アプリケーション	2002年4月
スズキ	CADデータ交換システム	2001年3月
	EDIデータ授受	2001年3月
ダイハツ工業	仕入れ先VAN	稼動済み
	CADデータ交換システム	2001年4月
トヨタ自動車	CADデータ交換システム	稼動済み
	EDI汎用（新TNS）	稼動済み
	Web系アプリケーション	稼動済み
	〈EDI系〉	2001年3月
日産自動車	〈CAD系〉	
	α CDX（UNIX版）	2001年3月
	電子仕様提示システム、PILOT、試作EDI	2001年4月以降
日産ディーゼル工業	CADデータ交換システム	2001年3月
	部品受発注システム	2001年3月
	購買管理システム	2001年3月
	Web情報共有	2001年3月
日野自動車工業	受発注システム	2001年4月
	CADデータ授受システム	2001年4月
富士重工業	Webアプリケーション（コミュニケーション系業務）	稼動済み
	CADデータ交換システム	稼動済み
	EDIバッチ	2001年9月
ホンダ	受発注システム	2001年4月
	電子見積もりシステム	2001年4月
	品質情報システム	2001年4月
	CADデータ交換システム	2001年4月
マツダ	EDIバッチ	稼動済み
	CADデータ交換システム	稼動済み
	WEBアプリケーション（設計変更情報リリース他）	稼動済み
	購買ホームページ	稼動済み
三菱自動車工業	CADデータ交換システム	稼動済み
	購買取引先ネットワークシステム	稼動済み
ヤマハ発動機	受発注システム	稼動済み
	試作発注システム	2001年2月
	CADデータ交換システム	稼動済み

（出所）中山 力「サプライヤにとって「JNX」は損か得か」（NIKKEI DIGITAL ENGINEERING [2001.3]）p.97より。

図表 II -3-17 トヨタの情報ネットワークシステム

[1] システム構成

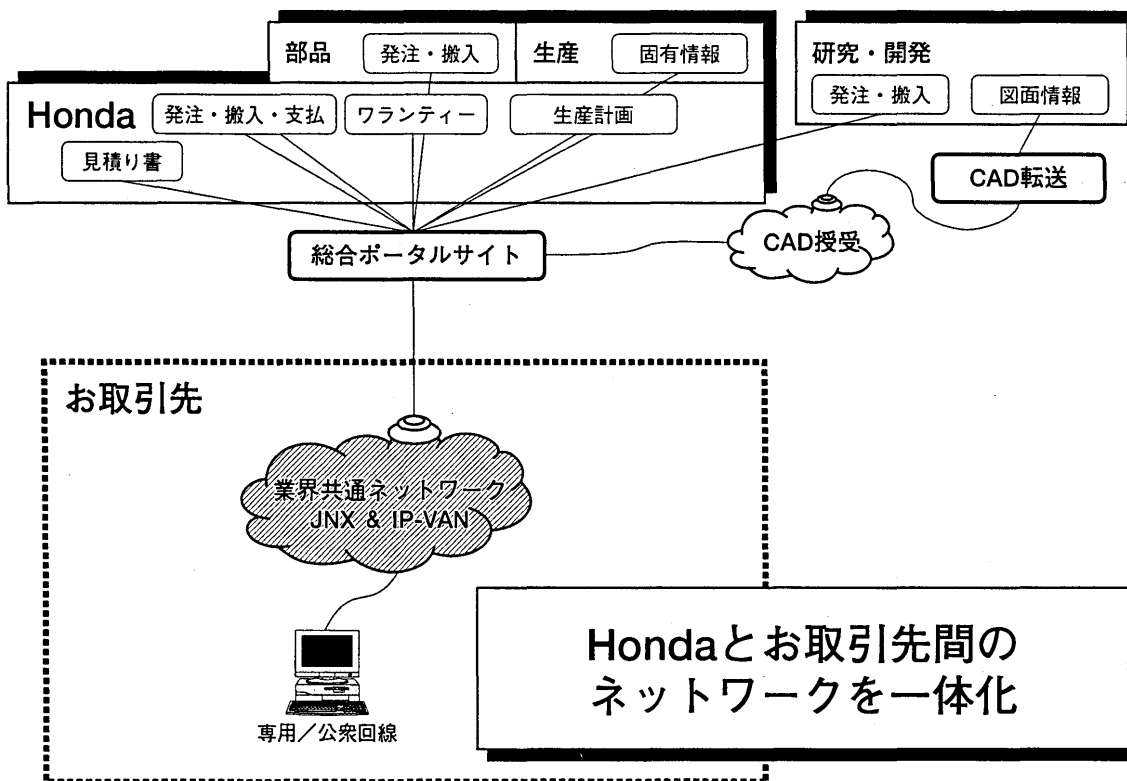


[2] トヨタのJNX上アプリケーション

EDI系蓄積 交換システム *新TNS (TypeA)	部品内示データ 補給部品かんばん 見積り情報 等
CAD系蓄積 交換システム *新TNS (TypeB)	設計参考用CADデータ 号口・試作出図情報 設変情報 等
Web系 アプリケーション	原価企画フォロー表 調達ホームページ 技術・生産技術標準検索 工事通知書システム 紹介キャンペーン 等

(出所) 久保田卓夫「JNXへのアプリケーション移行時の留意点/TPの取り組み事例(2)・トヨタ自動車」(〔社〕日本自動車工業界「JAMAGAZINE」[2001年8月号]) [特集/業界共通ネットワーク「JNX」] URL1/4～3/4より。

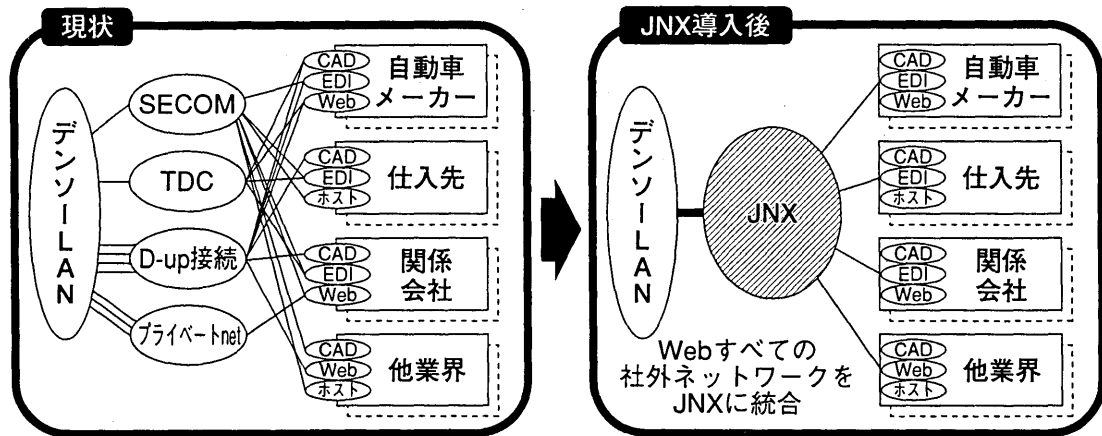
図表 II -3-18 Honda新ネットワーク



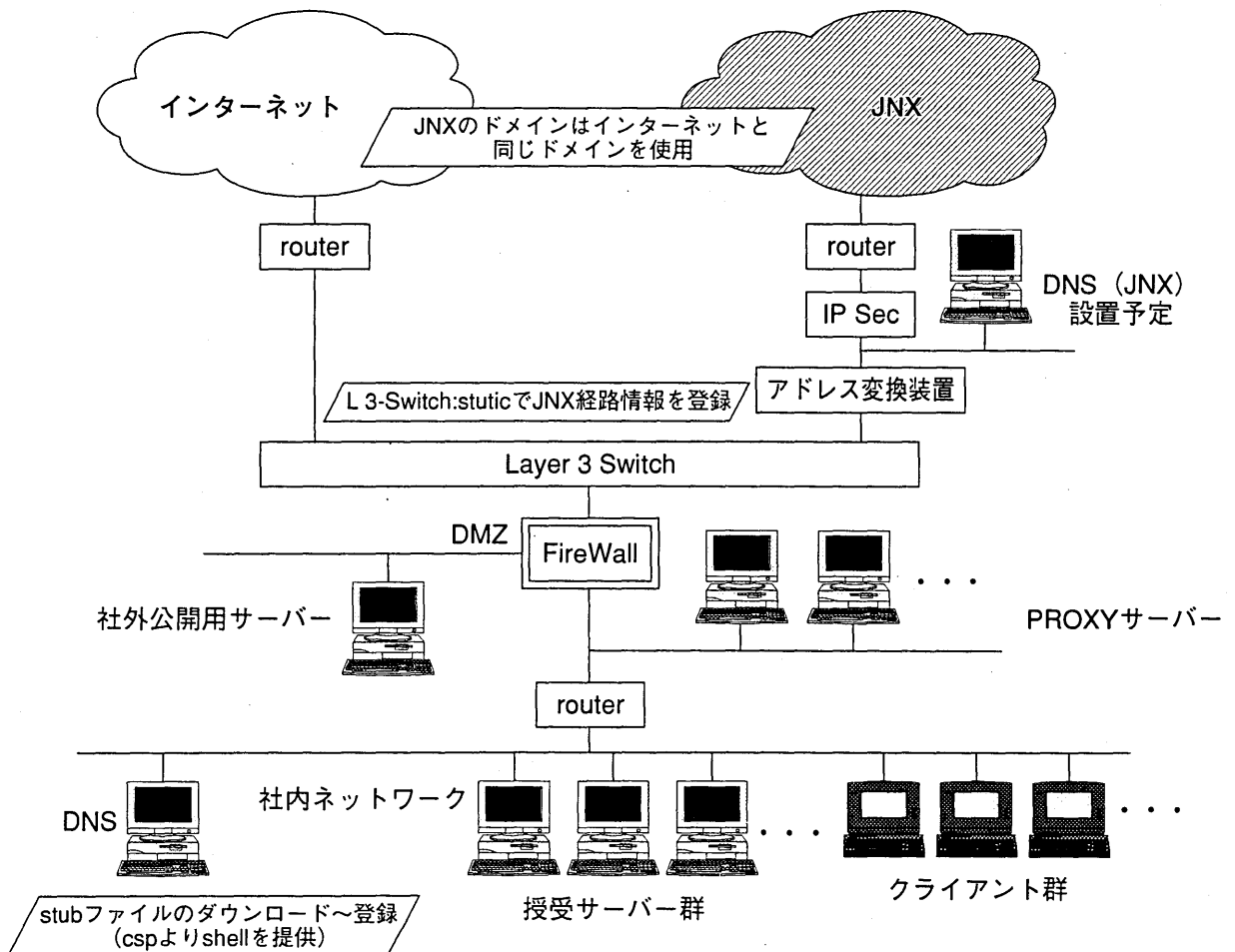
(出所) 野口貴史「JNXとWebの統合ポータルサイトを構築/TPの取り組み事例(3)・本田技研工業」(〔社〕日本自動車工業界「JAMAGAZINE」[2001年8月号]) [特集/業界共通ネットワーク「JNX」] URL1/1より。

図表 II-3-19 デンソーの情報ネットワークシステム

[1] JNX導入後の基本構想

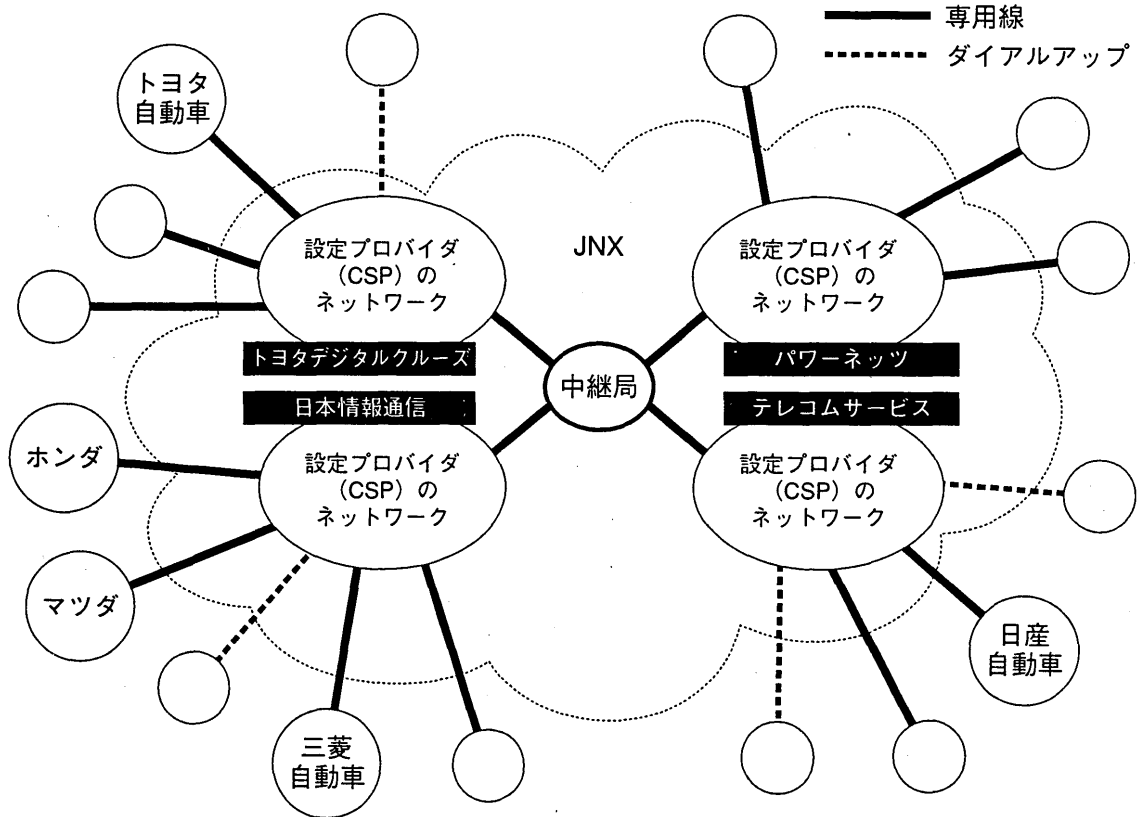


[2] デンソーのJNX接続構成



(出所) 牧野成憲「JNXはサプライチェーンの業界共通インフラ/TPの取り組み事例〈1〉・デンソー」(〔社〕日本自動車工業界「JAMAGAZ」[2001年8月号]) [特集/業界共通ネットワーク「JNX」]) URL1/1より。

図表Ⅱ-3-20 JNX展開の新たな可能性とCSP



図——日本の自動車業界の共通ネットワーク基盤「JNX」の概要。JNXの認定プロバイダ（CSP）は4社あり、いずれかのネットワークに専用線、ダイヤルアップで接続することで、他のCSPに接続しているメーカーとも通信可能となる。

（出所）中山 カ「自動車メーカーIT化の現状と今後」（『NIKKEI DIGITAL ENGINEERING [2002年10月号]』）P.103より。

「共通ネットワークシステム」としてのJNXの今後の展開に重要な意味を持つ可能性がある。JNXは既に4つのCSP(認証プロバイダー)を採用している。すなわちトヨタ・デジタル・クルーズ、日本情報通信、パワーネット、テレコムサービスの4社である。そして4つのCSP間では中継局を通じて接続しているために、いずれのCSPを通じてであれJNXの「共通ネットワークシステム」にアクセス可能になっている（図表Ⅱ-3-20参照）。

注目すべきは、上記4つのCSPが前述したVPNの標準ネットワークシステム化と何らかの「関連性」を持つ場合には、JNX上において「標準ネットワークシステム」と「共通ネットワークシステム」との融合が可能になるという点である。このことは、「共通ネットワークシステム」が「商用ネットワークの集合体」^(注29)という性格を新たに付与されることによって、JNXの展開可能性が飛躍的に広がるということの意味している。

ところで、そうした可能性を提供しようとしているCSPが実際に存在するということにわれわれは注目しなければならない。例えばCSP第一号であるトヨタ系プロバイダーである「トヨタ・デジタル・クルーズ」社^(注30)がそれである。すなわち同社の「D.e-Net」(「デイ・イーネット」)は、「KDDIのIP-VPNを利用したネットワークインフラで、自動車業界標準ネットワークであるJNXや各社のLANへの接続など多様なサービスを一つのアクセス回線で提供することができる高度な企業間通信ネットワーク」であるとされる^(注31)。そして「D.e-Net」の特徴は、(イ)一本のアクセス回線でイントラネット、インターネット、JNXの利用が可能である、(ロ)WDM(Wavelength Division Multiplexing；光波長多重化技術)により通信量の大容量化に成功している、(ハ)MPLS(MultiProtocol Label Switching；ラベルスイッチング技術)によるハイセキュリティーを

保証している、(二) 全国均一料金による通信コストの大幅低減を可能にしている—ことなどであるとされる(注32)。

「D.e-Net」の以上の性格及び特徴をみると、CSPのネットワークシステム統合機能(注33)によって、「共通ネットワークシステム」としてのJNXは、「商用ネットワークの集合体」としての性格を新たに付与されることになり、さらに飛躍的に発展する可能性を獲得し得るということが明らかとなる。

(5) 新経営戦略支援システムとしてのJNX

では、JNXは自動車産業の企業経営戦略にとってどのような意味を持っているのか。最後にこの点に触れておこう。

① 情報ネットワークシステムと自動車産業の企業経営戦略

この問題を考えるに当たってはまず、そもそも情報ネットワークシステム自体が自動車産業の企業経営戦略にとって如何なる意味を持っているのかを明確にしておかなければならない。ところで自動車産業における情報ネットワークシステム導入はこれまで自動車メーカーすなわちアセンブラー主導で選択されてきた。何故ならば、情報ネットワークシステムの選択は部品特性及び取引方式に左右されるからである。そのメカニズムは以下の通りである。まず取引関係は部品の技術特性に依っている。すなわち、部品特性が(イ)特注部品なのか、(ロ)それとも汎用部品なのか—によって、取引関係もまた(イ)特定のパーツサプライヤーへ発注するのか(この場合の取引はいわゆる「系列取引」が中心をなすことになる)、(ロ)それとも市場を通じて購入するのか(この場合の取引は全て「系列外取引」となる)—が決定される。次いで情報ネットワークシステムは取引方式に応じて選択される。すなわち取引方式が(イ)特注なのか、(ロ)それとも購入なのか—によって、情報ネットワークシステムもまた(イ)VPNなのか、(ロ)それともEC(Electronic Commerce)なのか—が選択されることになる。このようにアセンブラーにとっては、如何なる情報ネットワークシステムを選択するのかという問題は、技術的条件に基づく選択であると同時に、パーツサプライヤーとどのような関係を結ぶのかという意味で—つまり系列取引関係を結ぶのかそれとも系列外取引を選ぶのかという意味で—企業経営上の選択でもあるのだ。逆に云うと、情報ネットワークシステムの選択における一つの選択肢にすぎないVPNが系列取引を前提にしている限り、パーツサプライヤーがアセンブラーのVPN導入を求められるということは、当該パーツサプライヤーにとっては当該アセンブラーとの系列取引を余儀なくされるということと同義なのである。

しかしながら既に述べたように、「専用ネットワークシステム」—その典型がVPNであるが—は多回線・多端末問題の深刻化を通じてアセンブラー・パーツサプライヤー間においてこれまで支配的であった取引関係すなわち系列取引の維持を技術的な面から次第に困難にし始めている。しかも自動車産業の世界的再編成の中では、アセンブラーとパーツサプライヤーの取引関係は、「ネットワーク・マニファクチュアリング」の進展に伴う部品生産のモジュール化とも相まって、企業経営的な面からも垂直取引から水平取引へと次第に移行し始めている(注34)。従って技術・経営の両面で従来型取引関係であるアセンブラー主導の垂直的取引関係は転換を迫られているのである。云うまでもなくそのことは、アセンブラー主導の情報ネットワークシステムの選択が次第に困難化し始めているということの意味している。逆に云えばパーツサプライヤーにとっては情報ネットワークシステムの選択如何によっては系列外取引の可能性が大幅に増大するということである。かくして、パーツサプライヤーにとっては新情報ネットワークシステムの選択は企業経営上の戦略課題にも繋がりがねない重要問題なのである。そればかりではない。情報ネットワークシステムの選択が企業経営戦略にも関わ

る重要性を伴っているのはアSEMBラーにとっても同様である。つまりそれは、アSEMBラーにとっても従来の経営基盤をも揺り動かしかねない大問題であるのだ。

にもかかわらず、上述した情報ネットワークシステムの選択における技術的制約—すなわちそれが部品特性及び取引方式との関連性抜きには選択し難いという制約—をも無視出来ないとすれば、VPNをECに置き換えるだけでは問題の解決にならないということもまた明白である^(注35)。

② 企業経営戦略におけるJNXの意義

企業経営面から観れば、JNXは実は両者つまりVPNとECの間隙を縫って登場してきたのである。JNXがそのベーシック・アーキテクチャーを何故「共通ネットワークシステム」に求めたのか。それが、上記の技術的制約の下でVPNをはじめとする「専用ネットワークシステム」の限界を克服し得る唯一の情報ネットワークシステムすなわち「エクストラネットⅢ」に他ならないからである。

かくしてJNXは、(イ) パーツサプライヤーの新経営戦略展開—すなわち系列外取引の拡大に伴う新経営戦略^(注36)の展開—を支援するとともに、(ロ) 他方ではアSEMBラーの経営戦略転換—すなわち取引関係多様化の下での経営戦略の多様な展開—を促進するという可能性を秘めているのである。

しかしながらJNXがこうした新経営戦略展開及び経営戦略転換に貢献するためには、JNXが掲げるアプリケーション共通化を巡る諸課題すなわち(イ) 業務アプリケーションの共通化、(ロ) LCAクロスオーバー型業務処理アプリケーションシステムの共同開発(後述)、(ハ) さらにはクロスインダストリー型業務アプリケーションの展開—などを解決することもまた必要なのである。JNXの企業経営戦略上の意義と課題は正にこの点にあると云えよう。

なかんづくJNXによるLCAクロスオーバー型アプリケーションの共同開発は、自動車産業の企業経営における環境負荷軽減問題の重要性に鑑み、今や経営戦略上死活的な課題であるとさえ云えよう。この点は次節でさらに検討することにしよう。

(注1) 村石治夫「自動車業界におけるEDI取り組み状況について」

[URL ; http://www.ecom.or.jp/iedic/news_let/n26/n26.html] URL1/3参照。

(注2) 加藤 廣「デジタルプロセス実現のための業界共通ネットワーク」(〔社〕日本自動車工業界 [JAMAGAZINE [2000年3月号]] [特集/JNX<自動車業界標準ネットワーク>])

[URL ; <http://www.iama.or.jp/lib/jamagazine/200003/index.html>] URL1/3~3/3・1/5~5/5参照。

(注3) 例えば「エンジンルームレイアウト」においてはソリッドデータを通じて500点以上の部品から構成され、200種類以上のアッセンブリバリエーションが可能になる「レイアウト設計」が実現したとされる(加藤 廣「同上」URL1/5参照)。

(注4) 「所要量計算」とは、商品開発部門から生産部門に伝えられる量産に必要な情報に基づいて、生産部門がバリエーションごとの生産台数や個々の部品の必要な個数を決めることを指している(加藤 廣「同上」URL2/5参照)。

(注5) (社)日本自動車部品工業会加盟の会社数は2002年7月現在で433社であり、加盟会社の自動車部品総出荷額は2000年度で13兆6,863億円であったとされる(日本経済新聞2002年7月19日より)。内訳は、車体部品、駆動・電動及び操縦装置部品、エンジン部品、電装品・電子部品及び計器類などのいわゆる「部品」が12兆2,147億円と全体の9割を占め、カーラジオ及びカーステレオ、冷房装置及び暖房装

置などの「用品」が1兆4,716億円であった（同上より）。さらに出荷額を企業規模別にみると、資本金が100億円を超える上位部品メーカー（54社）の出荷額は全体の47.2%を占めているのに対して、企業数としては全体の55%を占める資本金5億円以下の中小メーカーの出荷額は全体の15%弱に過ぎないとされる（同上より）。

(注6) 野口貴史「JNXとWebの統合ポータルサイトを構築／TPの取り組み事例<3>・本田技研工業」〔社〕日本自動車工業界〔JAMAGAZINE [2001年8月号]〕〔特集/業界共通ネットワーク「JNX」〕
 [URL ; http://www.jama.or.jp/13_publish/13_1/0108/index.html] URL1/3参照。

(注7) なお、VPNジレンマは単に多回線・多端末問題だけではない。VPNが、アセンブラーとパーツサプライヤー間の“デジタル・デバインド”問題—言い換えればそれは大企業と中小企業間の“デジタル・デバインド”問題でもある—を惹起しているということも見落としてはならないであろう。（詳細は、Yasuhiko Ebina ‘The Virtual Manufacturing and a design of North East Information Network—The way how we can overcome the “Digital Divide” in North East Asian SMEs [Small & Medium-sized Enterprises] and get the “Digital Opportunity” for them—’ [新潟経営大学紀要<第7号>] [URL ; <http://www.bekkoame.ne.jp/~ebina4/Kivo.7-0115.htm>] p.20~40を参照のこと。)

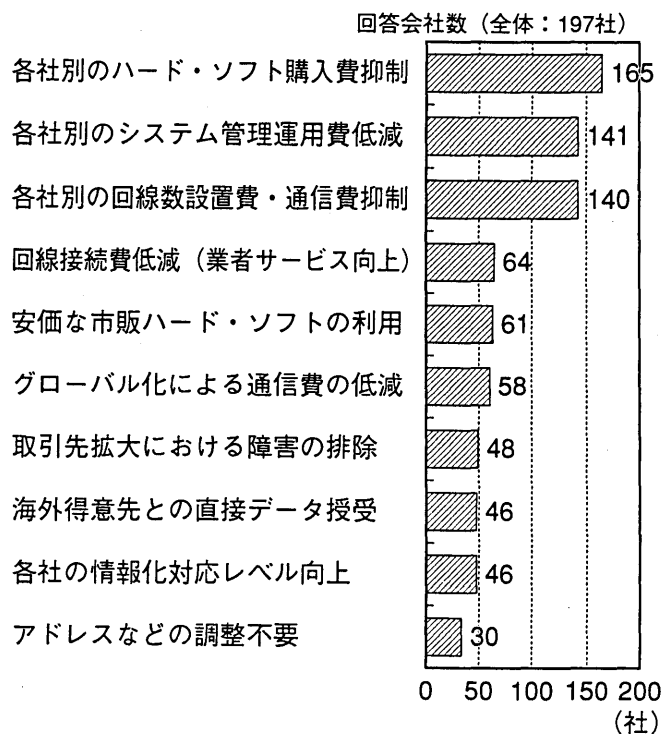
(注8) 「専用ネットワークシステム」をプライベート・エクストラネットという意味で「エクストラネットⅠ・Ⅱ [ExtranetⅠ・Ⅱ]」とみなせば、「共通ネットワークシステム」は非プライベート・エクストラネットという意味で「エクストラネットⅠ・Ⅱ」とは区別して「エクストラネットⅢ」とみなされるべきである。（詳細は拙稿「アジア共生型『ビジネス情報ネットワーク』の提唱—新潟経営大学ビジネスフォーラムの論点整理と課題—」（新潟経営大学・地域活性化研究所『地域活性化ジャーナル』<第7号>） p.3~30を参照のこと）。

(注9) 塩坂行雄「JNXとは」〔社〕日本自動車工業界〔JAMAGAZINE [2001年8月号]〕〔特集/業界共通ネットワーク「JNX」〕 URL1/3参照。

(注10) 因みに、日本の大手部品メーカーと中堅部品メーカー197社を対象に日本自動車工業会が行ったJNXへの期待調査によれば、JNXに最も期待されているメリットはやはりコスト削減効果であったとされている（図表Ⅱ-3-21参照）。

(注11) 「システム・サプライヤー [System Supplier]」とは、エクストラネットの運営・管理者であるが、「エクストラネットⅠ・Ⅱ」の場合のそれは「システム・サプライヤー1・2」であり、「エクストラネットⅢ」の場合にはそれは「システム・サプライヤー3」ということになる。（詳細は拙稿「アジア共生型『ビジネス情

図表Ⅱ-3-21 JNXに期待するメリット



（出所）庄司敏一「日本の自動車業界標準ネットワーク（JNX）の構造と推進」（〔社〕日本自動車工業界〔JAMAGAZINE [2000年3月号]〕〔特集JNX〈自動車業界標準ネットワーク〉〕）URL3/5より。

報ネットワーク』の提唱—新潟経営大学ビジネスフォーラムの論点整理と課題— [新潟経営大学・地域活性化研究所『地域活性化ジャーナル』<第7号>] p.3~30を参照のこと)。

(注12) 2002年3月末については、JNX [URL ; <http://www.inx.ne.jp/>] 「News Release ; 2001年度利用企業目標数300社を達成」より。(なお、2002年2月末の承認済み企業数に関しては、中山 力「部品メーカーで効果が出始めた『JNX』」(NIKKEI DIGITAL ENGINEERING [2002年4月号]) p.98より。) 2003年12月26日現在に関しては、JNX[URL ; <http://www.inx.ne.jp/>] 「加入者リスト」より。

(注13) 先の自動車工業界の調査によれば、調査対象自動車メーカーにおける1998年時点でのEDI採用率は10%以下であったと報告されている [注10] で取り上げた調査を参照のこと)。尤もその後EDI採用率は上昇しているとされてはいるが、EDIが抱える構造上の複雑さ (図表Ⅱ-3-22参照) がその普及の妨げになっていることもまた否めないようだ。

図表Ⅱ-3-22 EDIの階層別構造

(EDIの規格は、4つのレベルからなり、下位の規約から順に標準化されている。第3レベルより上位は、ごく一部を除き、まだ標準化されていない。)

レベル分類	内 容	ISO規格	米国の規格	日本の実態
(第4レベル) 取引基本規約				当事者間による個別契約 VAN業務一括契約
(第3レベル) 業務運用規約		国連で検討中	セキュリティ問題 と考えられている	当事者間による取り決め EIAJ運用ルール 業界VAN統一運用規約
(第2レベル) 情報表現規約	ビジネスプロトコル —シンタックスルール —標準メッセージ —データエレメント	ISO9735 (UN/EDIFACT) ISO 7372 (国連EDI)	ANSI X.12	—シンタックスルール CIIシンタックスルール EIAJシンタックスルール —標準メッセージ/ データエレメント EIAJ-EDI標準 石化協標準 etc.
(第1レベル) 情報伝達規約	通信プロトコル	OSI 7階層+ α		全銀手順 JCA手順 プライベート手順

(出所) ECRP (Electronic Commerce Research Project;電子商取引研究プロジェクト) より

(注14) 中山 力「部品メーカーで効果が出始めた『JNX』」(NIKKEI DIGITAL ENGINEERING [2002年4月号]) p.100参照。

(注15) CAI [アプリケーション共通基盤] [URL ; <http://www.inx.ne.jp/download/cai.pdf>] URL参照。

(注16) JNXは、米ANXeBusiness社が三菱商事との合併で日本国内に設立したANXAP (ANX Asian Pacific) との間で、2003年1月1日より国際接続サービスを開始した (JNX「News Release」[URL ; <http://www.inx.ne.jp/>] より。) この場合、セキュリティーを維持するために、相手方のTP (Trading Partner ; ここではユーザー企業) が利用する暗号方式「IPSec」における相違を残したまま相互接続を可能にするために、「データ・センター」を通じての接続法式を採用したとされる (中山 力「JNX とANXの相互接続が11月に開始—米国の自動車産業をまたぐネットワーク基盤に—」[NIKKEI DIGITAL ENGINEERING <2002年11月号>] p.48より。)

(注17) A-NXについては、拙稿「アジア共生型『ビジネス情報ネットワーク』の提唱—新潟経営大学ビジネ

- スフォーラムの論点整理と課題一」(新潟経営大学・地域活性化研究所『地域活性化ジャーナル』[第7号]) p.3~30を参照のこと。
- (注18) 若林忠彦「海外(米国ANX中心)の自動車業界標準ネットワークの最新状況」([社]日本自動車工業界『JAMAGAZINE [2000年3月号]』[特集/JNX<自動車業界標準ネットワーク>]) URL6/7及び韓国自動車工業界「Kama KNX: Korea Network eXchange」URL参照。
- (注19) 若林忠彦「同上」URL4/7~5/7参照。
- (注20) 日本の自動車メーカーの対中国進出状況については、エコノミスト誌の特集記事「第1章 自動車産業の戦場」(『エコノミスト』[2002年7月29日号<臨時増刊>] p.15~30) が詳しい。
- (注21) 久保田卓夫「JNXへのアプリケーション移行時の留意点/TPの取り組み事例<2>・トヨタ自動車」([社]日本自動車工業界『JAMAGAZINE [2001年8月号]』[特集/業界共通ネットワーク「JNX」]) URL1/4~4/4参照。
- (注22) 野口貴史「JNXとWebの統合ポータルサイトを構築/TPの取り組み事例<3>・本田技研工業」([社]日本自動車工業界『JAMAGAZINE [2001年8月号]』[特集/業界 共通ネットワーク「JNX」]) URL1/3~3/3参照。
- (注23) 中山 力「自動車メーカーIT化の現状と今後」(NIKKEI MECHANICAL ENGINEERING [2002年10月号]) p.102~103参照。
- (注24) 同上 p.102より。
- (注25) 同上 p.102~103より。
- (注26) なお、ホンダもまた「IMPACT-III」への移行と同時に、業界標準データ形式採用にも取り組んでいるとされる。すなわち、EDIデータ交換に関して、同社は自工会([社]日本自動車部品工業界)が標準化を進めている「JAMA・JAPIA EDI-FACT導入ガイドライン」を採用したとされる(中山 力「自動車メーカーIT化の現状と今後」[NIKKEI DIGITAL ENGINEERING<2002年10月号>] p.103参照)。
- (注27) 今井龍一郎「JNXを機に社内システムを統合/TPの取り組み事例<4>・富士重工業」([社]日本自動車工業界『JAMAGAZINE [2001年8月号]』[特集/業界共通ネットワーク「JNX」]) URL1/3~3/3参照。
- (注28) 牧野成憲「JNXはサプライチェーンの業界共通インフラ/TPの取り組み事例<1>・デンソー」([社]日本自動車工業界『JAMAGAZINE [2001年8月号]』[特集/業界 共通ネットワーク「JNX」]) URL1/3~3/3参照。
- (注29) 中山 力「自動車メーカーIT化の現状と今後」(NIKKEI MECHANICAL ENGINEERING [2002年10月号]) p.103より。
- (注30) 「トヨタ・デジタル・クルーズ」社については、同社URL [<http://www.d-cruise.co.jp/d-cruise/>] を参照のこと。なお、同社はJNXにおける四つのCSPの中で53%(利用企業数162社)と圧倒的なシェアを占めている(同社URL [<http://www.d-cruise.co.jp/d-cruise/service/csp/torikumi.html>] 1/2より)。
- (注31) トヨタ・デジタル・クルーズ社
URL [<http://www.d-cruise.co.jp/d-cruise/service/intranet/denet/index.html>] 1/3より。なお、ここではVPNはVirtual Private Networkという意味で使用されていることに留意されたい。
- (注32) 同上 URL1/3~2/3参照。
- (注33) 「トヨタ・デジタル・クルーズ」社の「統合機能」は、単に「D.e-Net」上でのネットワーク統合だけ

ではなく、「u-DIEX」（「ユー・ディー・エックス」）による「JNX対応統合EDIサービス」を通じて、ネットワークシステム全体に係わっている

（同社URL [<http://www.d-cruise.co.jp/d-cruise/service/edi/u-diex.html>] 1/3～3/3参照）。

(注34) 拙稿「北東アジア『バーチャル・カー』構想—情報ネットワークシステム下の北東アジア企業連携—」(ERINA『情報ネットワークによる北東アジアの企業連携』[2001年3月]) p.41～52参照。

(注35) ECを通じて自動車部品市場の世界的な制覇を狙ったいわゆるCovisint戦略が大幅な後退と修正を迫られ(日本経済新聞2002年7月1日参照)、新たに、従来の部品調達方式をオープンな入札方式から技術力や品質を事前評価する入札方式に切り換える他、調達機能以外にも在庫管理やコラボレーション機能などを強化するなどビジネス・モデルの転換を目指している(中山 力「自動車産業でネット調達の活用が始まった」[NIKKEI DIGITAL ENGINEERING<2002年2月号>] p.113～115参照)のも、こうした事情を反映していると考えられる。

(注36) 自動車産業におけるパーツサプライヤーは現在、環境・安全技術やモジュール化への対応、ITS(高速道路交通システム)への対応さらには新製品開発などに対してこれまで以上に重要な役割を果たすことが期待されており、そのためには、新たな経営戦略の展開—すなわちこうした分野への投資を大幅に拡大し画期的な技術開発を進めるという意味での積極的且つ独自の経営戦略の展開—が必要とされている(日本経済新聞2002年7月10日参照)。しかしながら、こうした経営戦略の展開が系列外取引の拡大と表裏の関係にあるとされているということもまたわれわれは見落としてはならないのである。

4. 台頭する環境問題とLCAソフト開発の重要性

(1) EUにおける環境規制の強化

① EUの環境規制政策

ところで、EU市場では後述する「環境競争力」が企業経営上不可欠な概念となりつつある。その背景にはヨーロッパにおける環境規制強化の動きがあることを見逃せない。それは大きく分けると三つの流れに整理できる。一つは自動車産業に対するリサイクル指令(ELV指令と呼ばれる)であり、二つには家電・情報機器を対象にしたリサイクル指令(WEEE指令と呼ばれる)及び有害物質使用禁止指令(ROHS指令と呼ばれる)であり、最後は全企業を対象にした有害物質使用規制強化の動きである。

最初のELV指令は2000年10月に発効している。内容は、解体業者などがユーザーから廃車を無償で引き取り、メーカーに回収・処理費用の大半を負担させるというものである。リサイクル目標は2006年1月から重量ベースで85%以上、2015年1月から同じく95%以上とするとされており、極めて厳しいものである。この有害物質の使用についても厳しい制限が設けられている。(図表Ⅱ-4-1参照)

WEEE指令は2002年以内に発効予定であり、リサイクル率を情報機器で65%、大型家電で75%とする予定であるとされる。ROHS指令はPBBとPBDBなどの使用を全面的に禁止している。(図表Ⅱ-4-1参照)

最後の全企業を対象とする有害物質使用規制強化は、(イ)年間の生産・販売量が1トン以上になる化学物質については登録制にし監視を強める、(ロ)そのうち取扱量100トンを超えるものやより危険性の高い物質に関しては必要データの提出及び安全性についての追加試験を義務づける、(ハ)発ガン性物質や長期間残留有機汚染物質を許可制にする—などである(図表Ⅱ-4-2参照)(注1)。

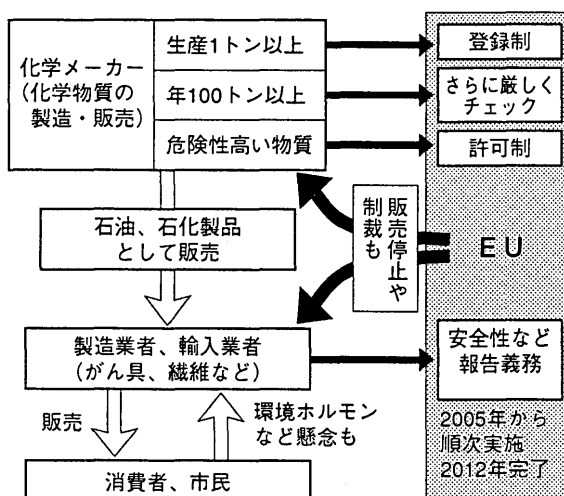
図表Ⅱ-4-1 自動車と電気・電子機器のEU指令

自動車に関するEU指令 (2000年10月発効)	<ul style="list-style-type: none"> ○リサイクル率の目標：2006年以降85%、2015年以降95% ○使用禁止物質：鉛、水銀、カドミウム、六価クロム ○禁止時期：2003-07年にかけて順次
電気・電子機器に関するEU指令 (2002年内にも発効)	<p>廃製品のリサイクル</p> <ul style="list-style-type: none"> ○リサイクル率の目標（予定、熱回収を除く）：AV機器や情報機器などで65%、大型家電で75%など <p>特定有害物質の使用規制</p> <ul style="list-style-type: none"> ○使用禁止物質：鉛、水銀、カドミウム、六価クロム、臭素系難燃剤のうちのPBBとPBDE ○禁止時期：2006年7月1日

(注) 電気・電子機器に関するEU指令の対象は家電、情報・電子機器、電動工具、玩具、医療機器、自動販売機など

(出所) 日本経済新聞2002年10月25日より

図表Ⅱ-4-2 EU環境規制の概要



(出所) 日本経済新聞2002年8月14日より。

かくして、とくに自動車メーカーや家電・情報機器メーカーはこうした厳しい環境規制をクリアーしEU市場に参入するためには「環境競争力」強化を余儀なくされている。だがそればかりではなくこうした傾向は今や業種を超えて全企業に迄及びつつある。

そしてこうした「環境競争力」強化の中心的な役割を担い始めているのが情報ネットワークシステムと融合したLCAソフトである。例えばVDA（ドイツ自動車工業界）は、Audi、BMW、DaimlerChrysler、Ford、Opel、Porsche、Volvo、VWなどからなるドイツ自動車メーカーと共同で開発したIT application LCAソフトであるIMDS(International Material Data System)を通じて、ヘッドライト用白熱球に関しては、2015年には95%のリサイクル率達成のメドが既に立ったと報告されている(注2)。化学物質についても規制強化に対応するためのLCAソフトの開発がやはりVDAの手によって精力的に進められている(注3)。

② 製品コンセプト化したLCA

上記の環境規制の下では、それをクリアするために廃棄物処理、リサイクルそして排気ガス削減全体に関わる新製品コンセプトが求められることになるが、それは製品設計においてLCAコンセプトを導入することを不可避としている。とくに排気ガス削減を求められている自動車産業の場合には、エンジン効率の上昇とともに車体軽量化による燃費向上が企業経営上死活的な問題となっており、そうした意味で「要素開発」とりわけ軽量金属材料の開発が急務となっており、そのためのLCAソフトの開発が必要とされている。要素開発論台頭とともにソフト開発の必要性もまた高まっているという訳だ。

そうした中で、EU自体が法的規制によってLCAコンセプトそのものを製品コンセプトの不可欠な要素にし始めていることにも注目しておかなければならない。伝えられるところによれば、EUは電気・電子機器メーカーなどに対して、環境に配慮した設計—すなわち「エコ・デザイン」—を義務づける法令の策定作業に入ったとされる(注4)。そうなれば、製品の原料調達・製造・輸送・使用・破棄に至るライフサイクルの殆ど全てがLCA化されかつ規制の対象となる。こうした「LCA規制」下では、LCAソフトは設計ソフトの不可欠な構成要素とされることになろう。その結果EUでは、LCAコンセプトを製品コンセプトの不可欠な構成要素とすることが法的にも強制されることになるのである。

③ 「社会的市場」の形成

EUにおける以上のような環境規制強化の動きがEU市場にも大きな影響を与えることは想像に難くない。すなわち、市場メカニズムに社会的な規制が加わりしかもそれが次第に強化されることにより、いわば「社会的市場」とでも呼ぶべき市場がそこに新たに誕生することになるからである。(ここで想起しておかなければならないのは、EUがそもそも「社会同盟」から出発し今なおその性格を保持しているということである(注5)。

しかも「社会的市場」形成は、単にEUレベルに止まっているだけではなく、今やグローバルに展開し始めている。例えば自動車産業の場合、EU政府と日本政府は燃料電池やITS(高速道路交通システム)など次世代自動車技術の規格統一に向けて交渉を開始したと伝えられる(注6)。それは自動車産業におけるEUの環境規制強化や安全性強化の動きを反映したものであり、従ってそれ自体は、現在形成されようとしている新市場への日本の自動車メーカーの旺盛な進出意欲を示すものに他ならないのであるが(注7)、同時に、「社会的市場」を世界に広めようというEUの狙いがそこには秘められているようにも見受けられる。しかもこうした動きは自動車産業だけに止まっている訳ではない。後述するように、日本の情報機器メーカーにも波及している。従って、環境規制問題に関しては今や「社会的市場」が自動車産業、情報機器産業という主要産業を通じて世界的に蔓延し始めているとも観られるのである。

(2) 日本におけるLCAの展開

LCAコンセプト(注8)は、日本においても現在業種を超えて急速に広がり始めている(注9)。具体的な事例を挙げると枚挙に暇がないが、その代表的なものを幾つか取り上げてみると以下の通りである。

① 家電業界

まず家電業界においては、家電リサイクル法によって家電製品のリサイクルが義務づけられたために、リサイクルのためのLCAソフトの開発が急進展している。例えば、三菱マテリアル社を中心にしてITタグ(注10)を活用したLCAソフトの一種である「トレーサビリティ(Tracability; 原料資材調達・生産・販売・消費など製品ビジネス・プロセスにおける履歴追求性を高めること)・システム」の開発が精力的に進められている(図表Ⅱ-4-3-[1]参照)(注11)。家電業界におけるトレーサビリティ・システムの開発・導入がITタグ市場の急速な発展の可能性(図表Ⅱ-4-3-[2]参照)と密接に関連していることから、それが情報ネットワークシステムとクロスオーバーしていることは明らかである。しかも、グローバル化の進展とともにこうしたクロスオーバー化がますます必要性を増すものと考えられる(注12)。

また、有害物質規制への対応も急速に広がろうとしている。例えば東芝は、2005年3月迄に国内メーカーとしては初めて産業用機器を含めた全製品で有害化学物質を代替品に切り替える方針であるとされる(注13)。また日立製作所も製品設計時に電子部品などに含まれる鉛など有害物質の量を直ちに把握できる情報システムを開発・導入したとされる(注14)。こうした動きは他の電機メーカーにも急速に広がるのが予想される。

② 情報機器業界等

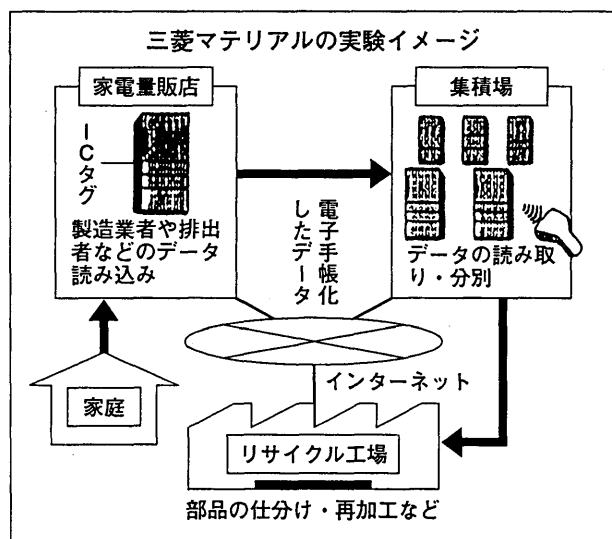
情報機器業界においては、「グリーン調達」の普及に伴って有害物質の使用制限・禁止やリサイクル率に関する製品グループ別基準をLCAコンセプトに基づいて設定し部品調達先に提示する動きが、NEC、富士通、ソニーなどの間で強まっているが(注15)、その際LCAコンセプトと情報ネットワークシステムの融合を通じて生まれるLCAソフトが重要な役割を果たすものと想定される(注16)。しかも化学物質や有害物質使用のチェッ

クをはじめとする環境負荷低減システムが今や、企業別からさらにブレークダウンして生産ライン・装置ごとに管理する体制へと移行し始めていることも見逃せない(注17)。またキャノンは、日本の情報機器メーカーの中では初めてEUの有害化学物質規制をクリアできる製品を商品化することになった、と報じられている(注18)。

さらに注目すべきは、キャノン、NEC、ソニーなど情報機器メーカーを中心とする46社が化学物質など部品に含まれる有害物質を対象に環境対策を施した部品を優先購入するために「グリーン調達」の基準を統一したとされることである(注19)。その際、(イ) 使用状況の対象となる化学物質がほぼその全体に亘っていること(図表Ⅱ-4-4-[2]参照)、(ロ) 電子データを交換するソフトを整備し、部品メーカー側の負担軽減を計っていること(図表Ⅱ-4-4-[1]参照)、(ハ) 「基準」を取りまとめた「電子情報産業協会(JEITE)」が「欧州情報通信技術協会(EICTA)」と「米国電子工業協会(EIA)」とも協議して取りまとめたことにより「基準」が「国際基準」という性格を帯びていること—の三点からも明らかなように、それはEUモデルを踏襲してお

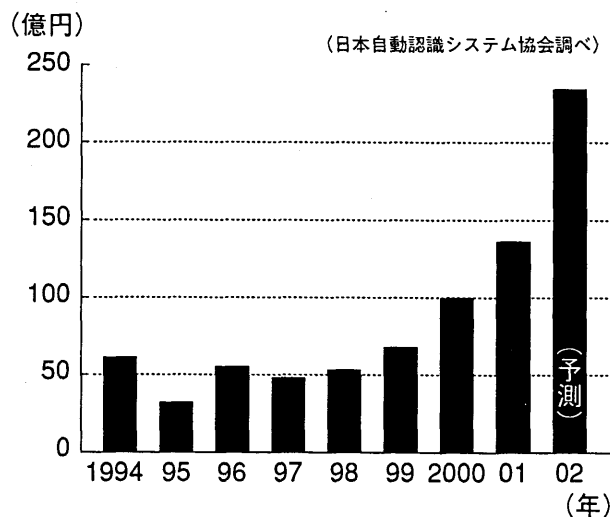
図表Ⅱ-4-3 「トレーサビリティ・システム」

[1] 家電業界のトレーサビリティ・システム



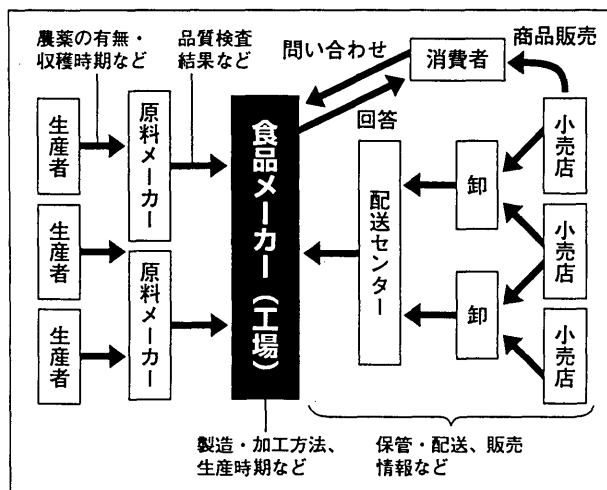
(出所) 日本経済新聞2002年9月26日より。

[2] ICタグを使った情報システムの市場規模



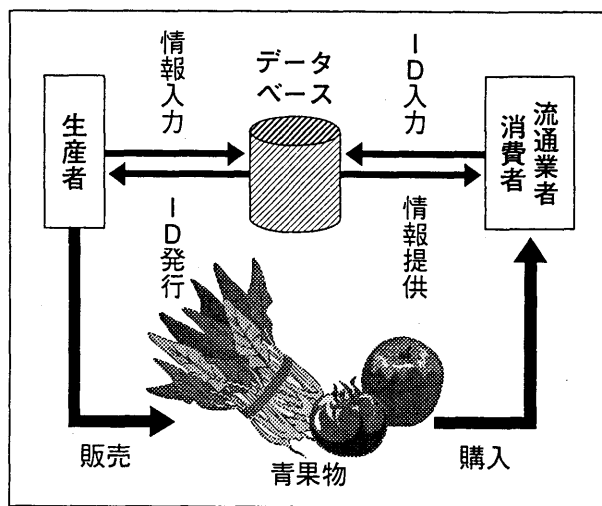
(出所) 日本経済新聞2002年9月26日より。

[3] 食品トレーサビリティシステム



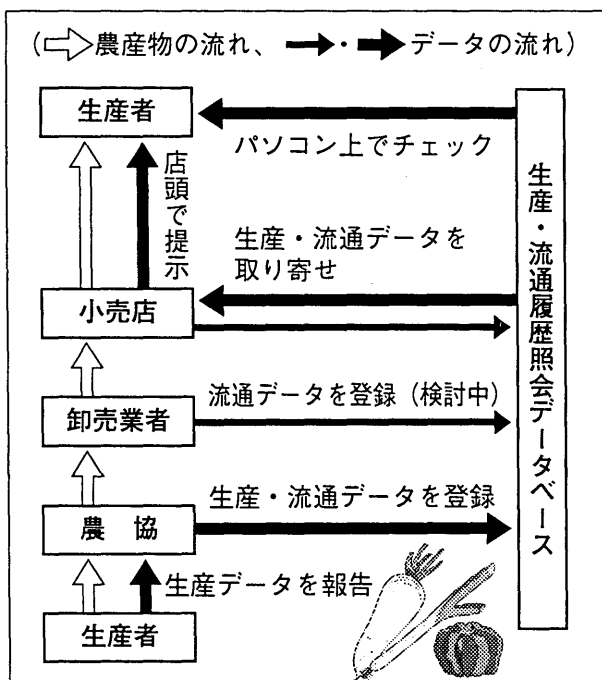
(出所) 日本経済新聞2002年9月30日より。

[4] 青果物ネットカタログの仕組み



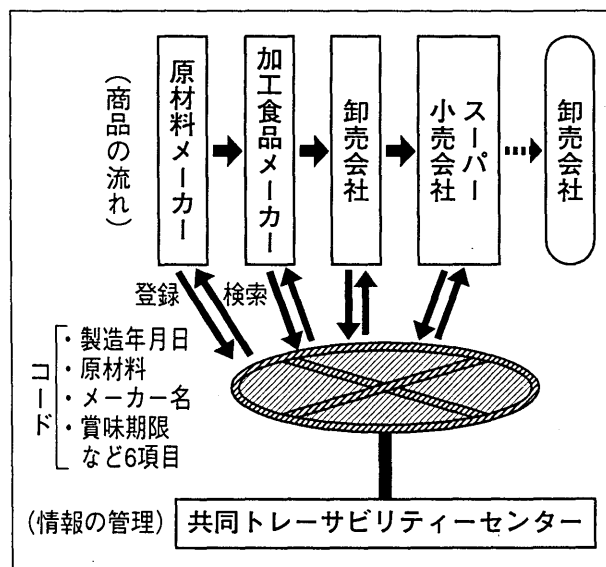
(出所) 日本経済新聞2002年8月8日より。

[5] 農協のトレーサビリティ・システム



(出所) 日本経済新聞2003年8月26日より。

[6] 統一コードによるトレーサビリティの概念図



(出所) 日本経済新聞2003年12月20日より。

り、しかもそれを部品メーカーに迄波及させる役割を担っていることが重要である。

また富士通は、企業向けの情報システムやソフト・サービスでオフィスの環境対策に貢献する販売システムを採用するとされる。「グリーン・ソリューション」と名付けられたソフト・サービスがそれであり、それを購入すれば、例えばCO₂排出量を15%以上削減できるとしている(注20)。

食品業界においても、「食の安全性」に対する世論の厳しい指弾を背にして、やはり情報ネットワークシステムの活用を含めてトレーサビリティ・システムの開発が急ピッチで行われている(図表Ⅱ-4-3-[3]・[4]参照)(注21)。さらに農産物においても、農協を中心に「食の安全性」という観点から生産・出荷する農産物を対象にしてトレーサビリティ・システム(図表Ⅱ-4-4-3-[5]参照)を構築する方針であるとされる(注22)。

この他、印刷業界(注23)、精密機械業界(注24)、一般機械業界(注25)さらには重電機業界(注26)などでもLCAコンセプトの導入に競って参入し始めている。

このようにLCAコンセプト及びそのソフト化は今や、環境や安全の分野で急速に浸透しかつ影響力を深め始めているのであるが、そうした浸透・影響は情報ネットワークシステムとのクロスオーバーによって加速される可能性を秘めているということを見逃せないのである。

(3) 企業経営戦略化した自動車産業におけるLCAコンセプト

① 自動車企業経営とLCAコンセプト

環境負荷軽減が重要かつ急務となっている自動車業界においても、情報ネットワークシステムとのクロスオーバー型LCAソフト開発は企業経営において今や戦略的な意味を持ち始めている。この点については以下の七点を指摘しておこう。

自動車メーカーがLCAコンセプトを活用して自社製品のCO₂排出量削減に動き出していることをまず指摘しなければならない。例えばトヨタは、2001年6月に発売したミニバン「エスティマハイブリッド」で初めて開

発段階からLCAソフトを導入し、全工程でCO₂排出量を通常のガソリン車に比べ33%削減したとされる(注27)。日産もまた同じく6月発売のスポーツセダン「スカイライン」の前端部分にLCAコンセプトを適用しCO₂を38%、NO₂を29%削減に成功したとされる(同)。さらにホンダもまた自社が開発中の新車にLCAコンセプトを適用する計画であるとされている(同)。

二つには、LCAコンセプトは自動車業界におけるリサイクルシステムの形成に関わっている。例えば、日産は仏ルノーと共同でリサイクル車の設計を支援するシステム「オペラ」を開発したと伝えられる(注28)。またトヨタはヨーロッパで廃車回収網の構築に乗り出したと伝えられる(注29)。こうした背景には、日本では2002年7月に自動車リサイクル法が成立したこと、また前述したEUにおける廃車リサイクル利用の整備などが挙げられる(注30)。

三つには、環境負荷軽減を計るために自動車部品の素材を分析するLCAソフト—例えば「化学物質データシートシステム」などを共同開発するなど自動車産業に共通した課題に取り組むことが試みられている(注31)。

四つには、自動車部品用金型の成型シュミレーションソフトの開発(注32)もまた自動車産業におけるLCAソフト開発の進展に関わっていると想定される。

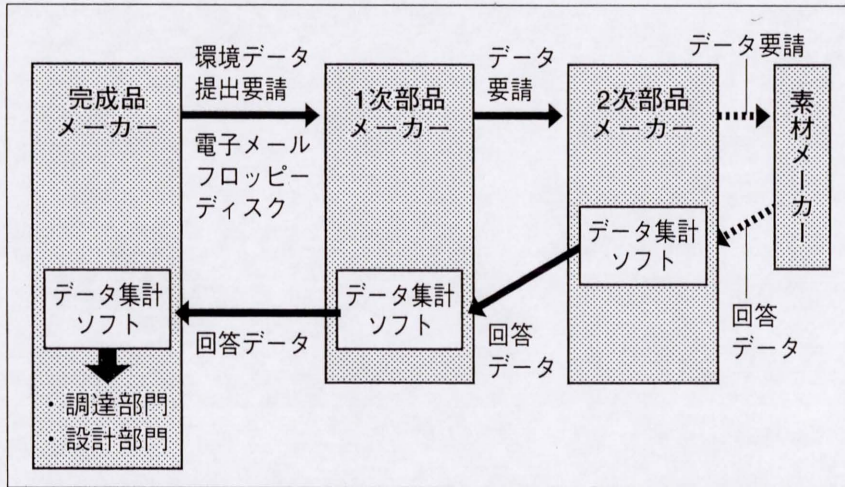
五つには、資本系列を超えた「緩やかなネットワーク」を舞台にして、環境技術を巡る自動車業界提携の動きが活発化してきたことも見逃せないであろう(図表Ⅱ-4-5参照)。まず、トヨタが先行的に開発したハイブリッドシステムを巡るトヨタと日産との提携が挙げられる。また、ホンダのV6エンジンのGMへの供給といすずの小型ディーゼルエンジンのホンダへの供給を介在させたホンダ・GM・いすずの提携がそれに続いている。さらに次世代燃料技術の研究・開発を軸とする三菱自動車・ダイムラークライスラーなどの提携模索の動きも無視できない。自動車業界におけるこうした環境技術を巡る提携の動きは、日本の環境技術開発が先行しているだけに、現在のところ日本の自動車メーカーとくにアSEMBラーを中心に進められてはいるが、それがグローバルなレベルへと発展するにつれてパーツサプライヤーをも巻き込むことは必至であろう。その結果、既に進展している自動車業界の世界的な再編成は一層加速されるものと予想される。その際重要なことは、再編成の軸になるであろう環境技術提携自体がLCAコンセプトを重視するEUの環境規制や米カリフォルニア州のゼロ排出ガス車法のクリアランスを契機としているだけに、その影響がLCAソフト開発を巡る自動車業界の提携関係にも及ぶものと想定されることである。

六つには、上述したEUにおける「社会的市場」形成への日本の自動車メーカーの対応如何が企業経営戦略にも大きな影響を及ぼすということもまた見逃せない。上記の環境技術を軸とする自動車産業における新たな提携の動きもそうした影響と決して無縁ではないであろう(注7参照)。

最後に、自動車メーカーがLCAコンセプトを自社の経営戦略として活用し始めていることも強調しておかなければならない。例えばホンダはこの点に関して画期的なシステムを開発したとされる(注33)。一つは「Honda LCAデータシステム」である。それは、環境負荷項目全てのインベントリー・データ(素材/副資材/エネルギーなどの使用量・廃棄量・リサイクル量に関するデータ)が一元管理され、必要な環境データが何時でも引き出せるアプリケーション・システムであるとされる(図表Ⅱ-4-6参照)。もう一つは「Honda LCAマネジメントシステム」である。それは、環境負荷低減に取り組む各部門の活動を全ビジネスプロセスに亘って展開していくためのアプリケーション・システムであるとされる(同上参照)。しかも注目すべきは、双方ともWebアプリケーションであるためにグローバルなレベルで取引先と共同使用が可能なネットワークシステムであるということだ。

図表Ⅱ-4-4 環境に配慮し部品購入

[1] 電子部品の環境データの流れ



(出所) 日本経済新聞2003年8月26日より。

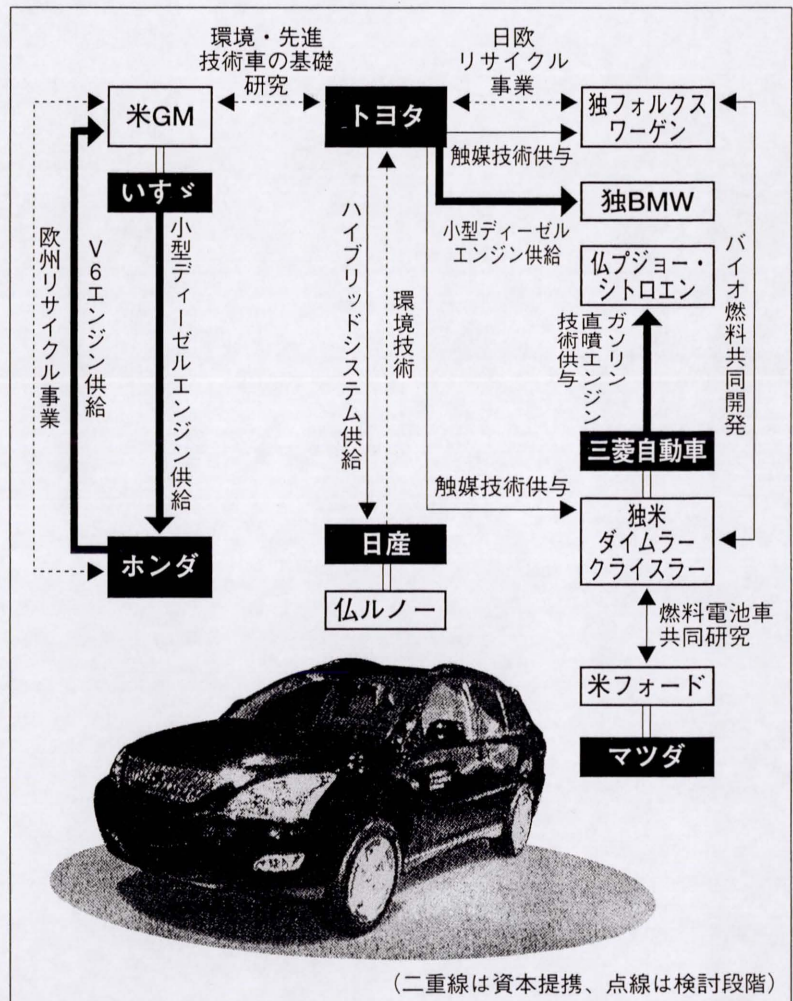
図表Ⅱ-4-4

[2] 使用状況調査の対象となる化学物質群

- カドミウム及びその化合物
- 六価クロム化合物
- 鉛及びその化合物
- 水銀及びその化合物
- トリブチルスズ=オキシド
- トリブチルスズ類、トリフェニルスズ類
- ポリ臭化ビフェニール類
- ポリ臭化ジフェニールエーテル類
- ポリ塩化ビフェニール類
- ポリ塩化ナフタレン
- 短鎖型塩化パラフィン
- アスベスト類
- アゾ染料・顔料
- オゾン層破壊物質
- 放射性物質
- アンチモン及びその化合物
- ヒ素及びその化合物
- ベリリウム及びその化合物
- ビスマス及びその化合物
- ニッケル及びその化合物
- セレン及びその化合物
- マグネシウム
- 臭素系難燃剤
- ポリ塩化ビニール
- フタル酸エステル類
- 銅及びその化合物
- 金及びその化合物
- パラジウム及びその化合物
- 銀及びその化合物

(出所) 日本経済新聞2003年8月26日より。

図表Ⅱ-4-5 資本系列を超えた日本メーカーの主な環境技術提携



(二重線は資本提携、点線は検討段階)

(出所) 朝日新聞2003年1月12日より。

図表Ⅱ-4-6 「Honda LCAシステム」

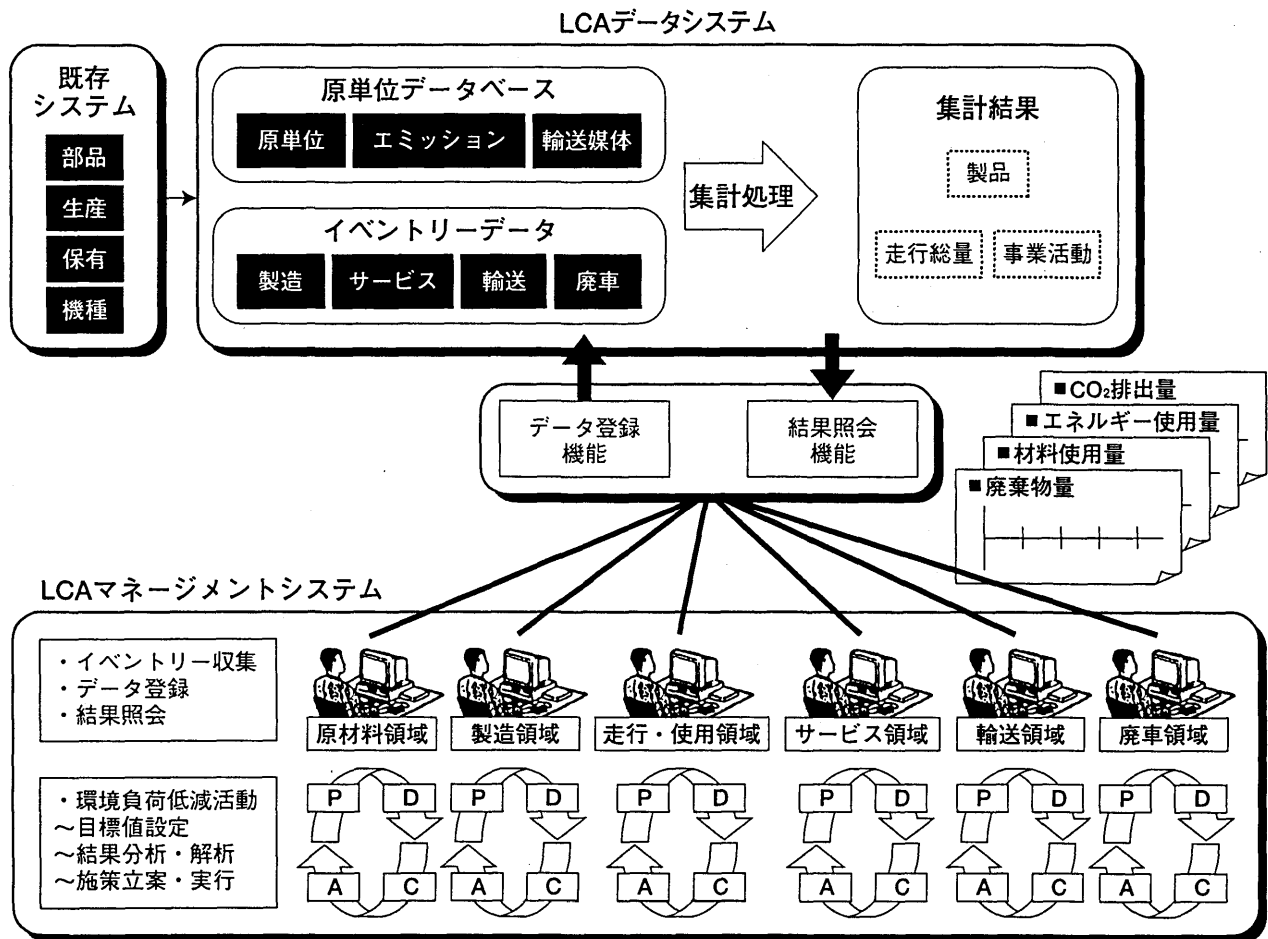


図 — HondaLCAシステムの概要。「Honda LCA データシステム」と「Honda LCA マネージメントシステム」で構成される。

(出所) 中山 力「ホンダ、全事業領域のLCAシステムを構築 — 車1台のライフサイクルにおける環境負荷を評価 —」 [NIKKEI DIGITAL ENGINEERING (2002.8) 2] p.33より。

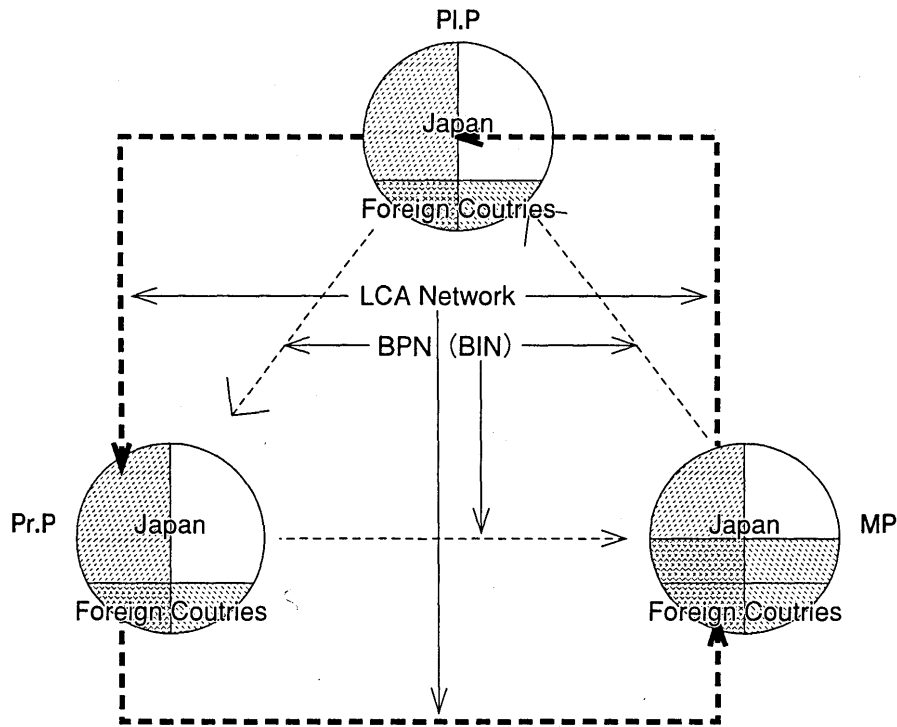
以上のことから明らかなように、環境負荷軽減問題は今日では自動車産業の企業経営における戦略上の課題になっており(注34)、従ってLCAクロスオーバー型アプリケーションもまた今や企業経営戦略の一翼を担い始めているのである。

かくして情報ネットワークシステムとのクロスオーバー型LCAソフトは、自動車産業にとって最も重要な競争力要因の一つになりつつある「環境競争力」概念の中で今や中枢の地位を占めるに至っているのである(図表Ⅱ-4-7参照)(注35)。

② JNXクロスオーバー型LCAソフト開発の意義

ところで、以上のLCAソフトとくに自動車産業におけるそれにおいて注目されるのは、LCAコンセプトと上述したJNXの業務処理アプリケーションとのクロスオーバー型LCAソフト開発である。何故ならば、LCAソフトは、LCAコンセプトと情報ネットワークシステムとの「親和性」に依拠する両者の融合によって開発されるのである以上、自動車業界においても、情報ネットワークシステムとして「共通ネットワークシステム」が活用される限り、LCAソフトがJNXのクロスオーバー型ソフトとして開発される必要性が増すのは当然で

図表Ⅱ-4-7 Synthesizing LCA with JNX on the boarderless BPN resulting in the reinforcement of "Environmental Competitiveness" in Japanese automotive industry



(Note) PI.P ; Planning Process

(Note) PI.P ; Planning Process

Pr.P ; Production Process

MP ; Marketing Process

BPN ; Business Process Network

BIN ; Business Information Network

(Source) Yasuhiko Ebina 「A proposal of Asian Green Manufacturing Network — For the formation of Asian Environmental&Economic Zone —」 (新潟経営大学紀要 [第9号])

[URL ; <http://www.with-online.com/yasuhiko/Kiyo9021020.htm>] p.40より。

あるからだ。その場合さらに注目を要するのは、業務アプリケーションシステム共通化と業務処理アプリケーション共同開発との関連性である。とくにLCAソフト開発と上述したCAIとの結合・融合が可能になれば、それは、LCAソフト開発に寄与するのみならず、業務アプリケーションシステムの共通化・多様化・高度化にも貢献することになる。

かくして、JNXクロスオーバー型LCAソフト開発は、第I部第1章で述べたように、エンジン効率の改善とともに車両軽量化によってCO2排出量の大幅な削減を求められている自動車業界にとって「要素開発」とりわけ軽量金属材料開発に大きく貢献することが期待されるのである。JNXクロスオーバー型LCAソフト開発の意義がまずこの点に求められるのは当然である。

さらにJNXクロスオーバー型LCAソフト開発は、業務アプリケーションシステムの共通化・多様化・高度化を通じて「共通ネットワークシステム」としてのJNXアーキテクチャーの多様化・高度化にも繋がること

期待されるている。かくして、業務アプリケーションシステムの多様化・高度化を通じて「共通ネットワークシステム」もまた新たな展開が求められているのである。JNXクロスオーバー型LCAソフト開発の意義はこの点にも求められよう。

(4) 「LCA型デジタル・エンジニアリング」の提唱

① 日本の自動車業界におけるLCAコンセプトの整備・確立

前述したように日本でも自動車リサイクル法が成立したことを受けて、自動車メーカーは環境対策の中でもとくにリサイクル対策を重視しそのためのLCAコンセプトの整備・確立とそのソフトウエア化に鋭意取り組み始めている。そこでここでは、リサイクル性LCAコンセプトを中心に検討してみよう。

例えばトヨタ自動車を取り上げた場合、その取り組みは以下の通りである^(注36)。まずリサイクルを四つの段階に区分しLCAコンセプトの整備・確立を計っている。第一は開発段階である。第二は生産段階である。第三は使用段階である。第四は廃棄段階である。開発段階は、(イ) リサイクル性事前評価のフロー、(ロ) リサイクルに配慮した設計、(ハ) 環境付加に配慮した設計—の三つのプロセスにブレイクダウンされる。従って同社は自社のリサイクル性LCAコンセプトを開発段階で確立しようとしている点をまず指摘しておかなければならない。設計プロセスにおいては、一つには、材料の工夫としては、(a) 樹脂材料におけるリサイクル性を重視し同社が独自に開発したTSOP (Toyota Super Olefin Polymer; リサイクル性を向上させた熱可塑性樹脂) を取り入れた設計、(b) 塩化ビニール樹脂の使用低減—を推進しており、二つには材料構成に工夫を凝らしており、三つには分別の工夫を行っている。最後の環境負荷に配慮した設計プロセスにおいては、(a) 鉛の含有量低減、(b) 廃棄に配慮したエアバッグの開発—の二つが試みられており、その効果は顕著である。

生産段階は、(イ) 各種リサイクル材の積極的な利用、(ロ) 樹脂材料のリサイクル技術確立、(ハ) ゴム材料のリサイクル技術確立、(ニ) インストルメント・パネルのリサイクル技術確立、(ホ) ペットボトルのリサイクル技術確立—の四つのプロセスからなっている。

使用段階は、(イ) パンパー回収リサイクル、(ロ) 中古部品の利用拡大、(ハ) 新冷媒HFC134aの回収・破壊システムの構築、「マニフェスト (管理票) 制度」運用支援、(ハ) 販売会社の取り組み支援—などのプロセスからなる。

廃棄段階は、(イ) シュレッダーダストの活用推進、(ロ) ニッケル水素バッテリーのリサイクルシステム確立、(ハ) 解体技術の研究、(ニ) 部品リサイクルの促進、(ホ) 関連会社との連携—などのプロセスである。

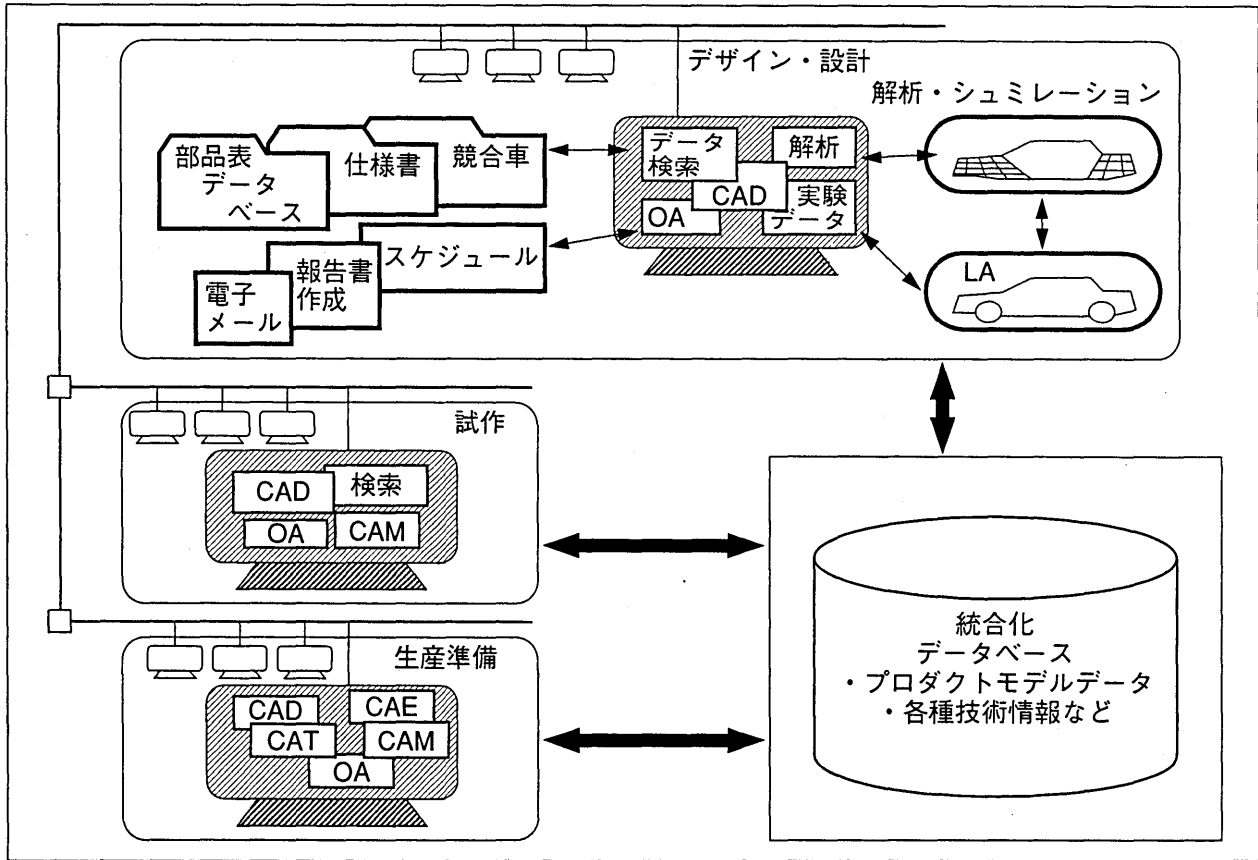
以上から明らかなようにトヨタ自動車の場合は、リサイクル性LCAコンセプトの整備・確立をいわばボトムアップ方式で行っているのであるが、それが本格化し発展するにつれて、開発段階における整備・確立の必要性が増すことはリサイクル論の本質から言って当然である。そこで開発段階におけるリサイクル性LCAコンセプトの整備・確立の必要性が高まれば高まるほど、LCAコンセプトと情報ネットワークシステムとのクロスオーバーすなわち両者の融合によるLCAコンセプトのソフトウエア化もまた求められることになるだろう。

② 「3次元統合CAD/CAM/CAEシステム」の導入と展開

ところでトヨタ自動車における情報ネットワークシステムの導入状況とりわけエンジニアリング分野におけるそれに目を向けると、そこでは画期的な展開が開始されていることに注目しなければならない。同社は、デザイン、ボディー設計、機能部品設計、NCデータ作成など主要な工程を全てカバーするシステムを導入し始

図表 II-4-8 トヨタ自動車の「3次元統合CAD/CAM/CAE」システム

[1]



[2]

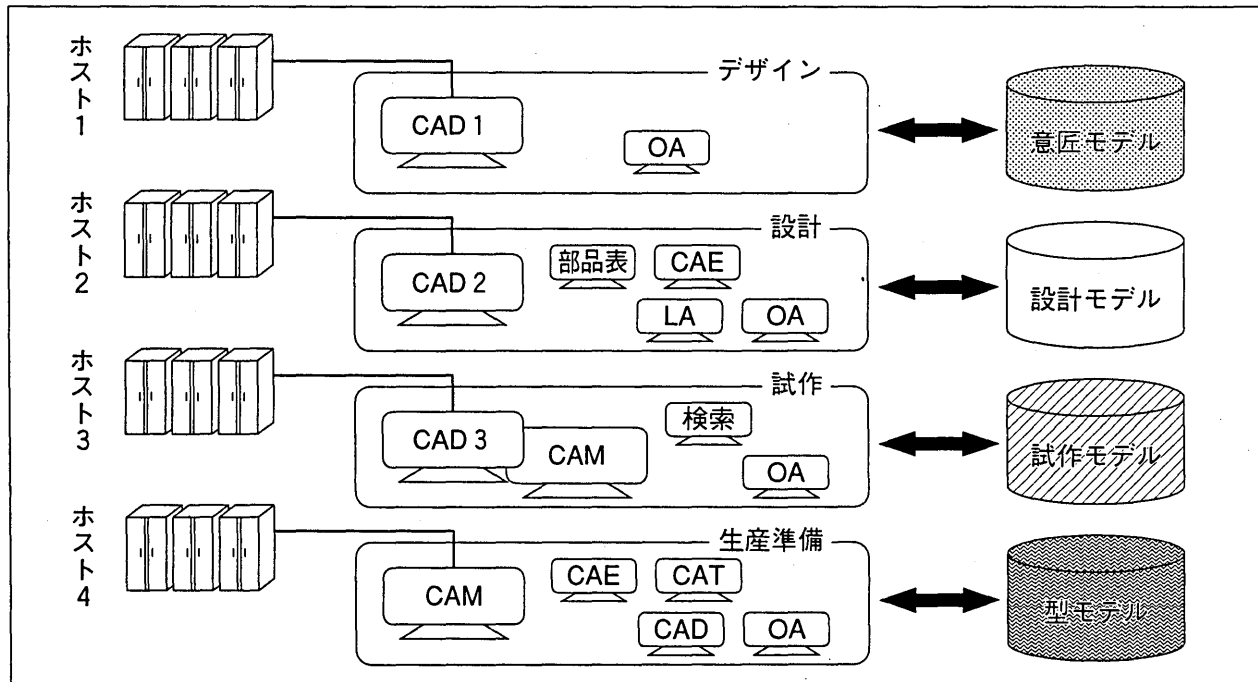


図 — システム構成。[1] は新システムで、統合されたデータベースを元に、各端末から各データを呼び出せる。[2] は従来システム。

(出所) 「トヨタ自動車 統合CAD/CAM/CAEの導入進め、RP工程にも活用」 (『NIKKEI MECHANICAL 別冊』) P.132より。

めている。すなわち「3次元統合CAD/CAM/CAEシステム」がそれである^(注37)。その特質を挙げておくと以下の通りである。

まづ第一に指摘しなければならないのは、新システムと従来のシステムとの最も重要な相違がデータの互換性にあるという点だ。従来のシステムでは、各工程ごとにシステムをセパレートに使っていたのに対して（図表Ⅱ-4-8-[2]参照）、新システムの下ではシステム間で相互にデータを共有することが可能になっている（図表Ⅱ-4-8-[1]参照）。つまりこれまでは同一企業の内部においてすらシステム間におけるデータの互換性を欠いていたのに対して、新システム導入によって社内におけるデータの互換性が初めて保証されることになるという訳だ。

第二に重要なことは新システムの統合性である。まづデザイン用サービスモデラ、ボディー設計サービスモデラ、機能部品設計用ソリッドモデラが統合されるとともに、CAD、CAM、CAEも統合される。その結果、各システムは、全てワークステーションで稼働し、LANに繋がった端末からデータを自由に引き出すことが可能になる（図表Ⅱ-4-8-[1]参照）。

その結果、設計部門の統合性と重要性が著しく高まることになる。それはトヨタ自動車における自動車製造自体の効率化に大きく寄与することは言うまでもないが、見落としとしてはならないのは、それが上述した同社におけるリサイクル性LCAソフト開発に対しても重要な影響を与える可能性を潜ませているという点だ。

③ 次世代CAD環境への移行

ところで、上記の3次元CAD統合化とともにCAD環境そのものが次世代環境へと移行し始めていることに注目しておかなければならない。その背景には三つの要因が横たわっている。

一つには、製造業とくにエンジニアリング部門においてCADデータが普及するにつれて3次元CADデータの占める比重が高まっており、とりわけ自動車産業においてそうした傾向が強いということが挙げられる。例えば、日経デジタル・エンジニアリング社が実施したアンケート調査によれば^(注38)、3次元化は、全体ではほぼ半数の企業が50%以上に達しており、とくに自動車産業ではほぼ半数の企業が80%以上と回答しているとされる（図表Ⅱ-4-9参照）^(注39)。

二つには、3次元データそのものの高度化が挙げられる。3次元CADデータはそもそも三種類－ワイヤーフレーム・サーフェスモデル・ソリッドモデル－からなるが、このうち形状をより正確に表現できるのはソリッドモデルである。従って、ソリッドモデルへの移行はある意味では時代の流れではあるが、自動車産業の場合にはとくに移行のテンポが速い。例えば、日本自動車工業会（自工会）が行ったアンケート調査では^(注40)、自工会14社中10社が部品設計で既にソリッドモデルを活用しているとされている。問題はソリッドモデルのソフト開発の困難性である。ソリッドモデルは極めて高度であるために、そのソフト開発は自社開発が難しく、結局外部の専門業者に依存せざるえず、その結果市販CADへの依存が強まることになる。

三つには、自動車業界を取り巻く環境変化もCAD環境の変化に関わっているという点である。すなわち、（イ）ITの急速な進歩と高度化は、ITツールの内製における限界性を強め市販ツールへの移行を促進し、（ロ）ユーザー・ニーズの多様化は、バリエーションの増大に伴うデータ管理の必要性を強め、（ハ）取引関係の変化に伴う自動車業界の再編成は、系列取引の後退に伴う情報共有システムの発展を促した—という訳である^(注41)。

以上を背景にして、3次元CADデータの開発は自社開発から市販CAD導入へと次第に変容を遂げつつある。その結果、自動車メーカーが導入しているCAD環境をみると、市販CADをベースにしているメーカーが

図表Ⅱ-4-9 3次元CAD導入比率

■ほぼ100% □約90% ▨約80% ▩約70% ▪約60% ▫約50% ▬約40% ▮約30% ▯約20% ▰10%以下 □分からない

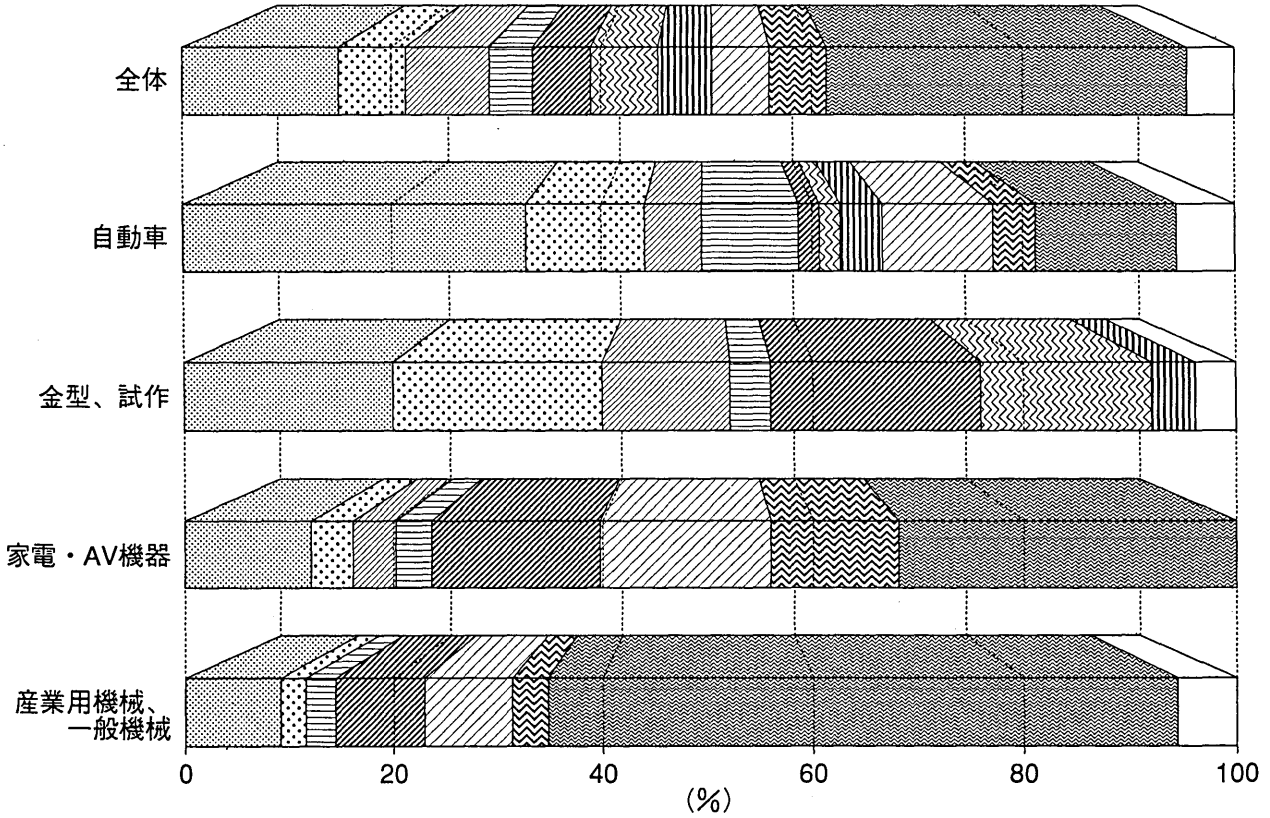


図 — 業界ごとの3次元化の状況。自動車業界は他の業界と比べて3次元モデル活用の割合が高い。

(出所) 中山 力「自動車メーカーIT化の現状と今後」(『NIKKEI DIGITAL ENGINEERING』[2002年10月号]) P.85より。

図表Ⅱ-4-10 市販CAD導入状況

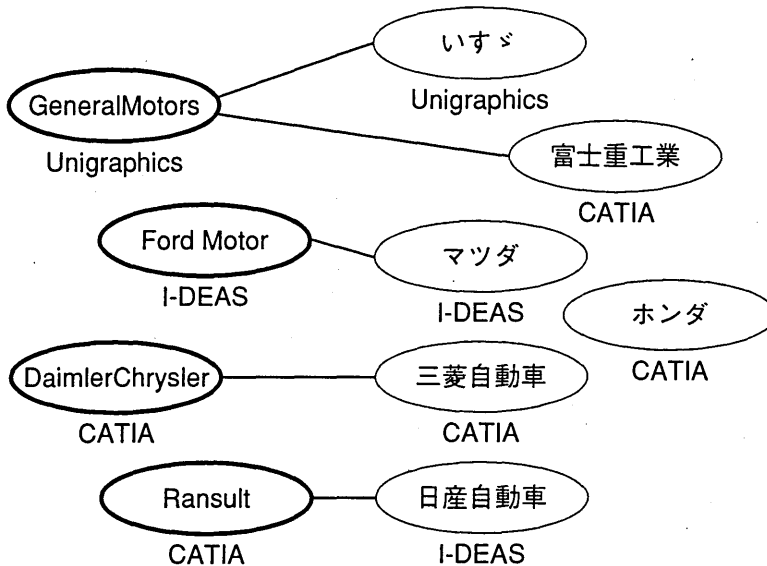


図 — 自動車メーカーが採用しているCAD環境。市販CADをベースにしている自動車メーカーがほとんどだ。

(出所) 中山 力「トヨタの次世代CAD環境は混在型」(『NIKKEI DIGITAL ENGINEERING』[2002年6月号]) P.91より。

図表 II-4-11 トヨタ自動車の「3次元統合CAD/CAMCAE」システムと次世代CAD環境

[1] 新システムの下でのCAD環境の変化

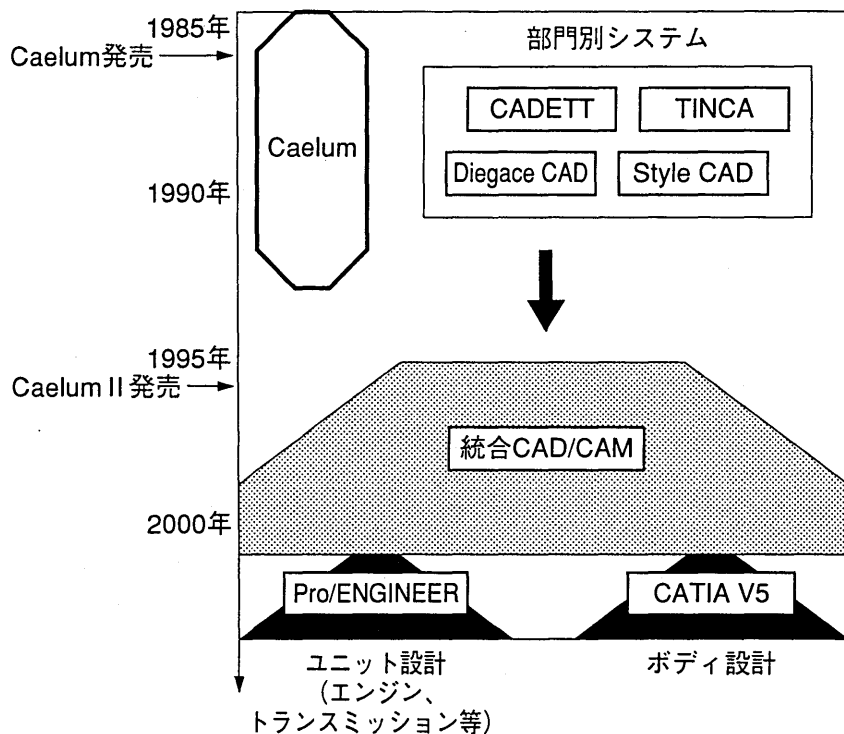


図 — トヨタ自動車のCAD環境の推移。部門や工程ごとに個別だったツールを統一するため、1990年代後半に「統合CAD/CAM」への移行が勧められた。統合CAD/CAMの構築検討が始まった当初は、1986年から外販を開始していた「Caelum」がその中核となる可能性もあったが、実際には日本ユニシスの「CADCEUS」がベースとなった。統合CAD/CAMはサプライヤ向けに、「Caelum II」として1996年に市販されることになる。80年代からエンジン設計などで導入されていたPro/ENGINEERは一時、統合CAD/CAMへの完全移行が計画された。しかし、現在でもPro/ENGINEERの利用は継続されており、CATIA V5との2本柱でトヨタ自動車の基幹CADとなった。

[2] V5アーキテクチャの下での各種ソフトウェア

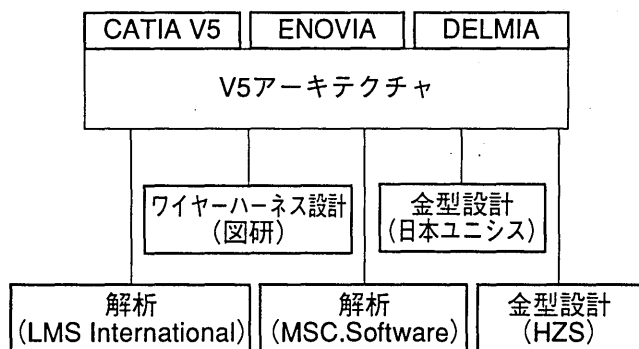


図 — 仏Dassault Systemes社グループが展開する「V5アーキテクチャ」の採用を表明しているベンダー。ただし、図研を除いてはトヨタ自動車の採用が確定したシステムというわけではない。

(出所) 中山 カ「トヨタの次世代CAD環境は混在型」(「NIKKEI DIGITAL ENGINEERING」[2002年6月号]) P.89より。

今や殆どに達しているのである（図表Ⅱ-4-10参照）。つまりそれは、次世代CAD環境の姿が明確になりつつあるということを示しているのである。

ここで注目を要するのは、上述したトヨタ自動車の「3次元統合CAD/CAM/CAEシステム」もまた対応を開始していることである。同社は、ボディー系設計に仏Dassault Systems社の「CATIA V5」を、またユニット系設計に米PTC社の「Pro/ENGINEERING」を採用する方針であるとされる^(注42)。その結果、市販CAD導入という次世代CAD環境の下で「3次元統合CAD/CAM/CAE」システムは二つの重要な変化を遂げることになる。一つは、システムの中に「Pro/ENGINEERING」と「CATIA V5」をそれぞれ組み込むということである（図表Ⅱ-4-11-1参照）。今ひとつは、ワイヤーハーネス設計機能、金型設計機能とともに各種シミュレーション機能が「V5アーキテクチャー」（「CATIA V5」・「ENOVIA」[PDF<Product Data Managements ツール>>]・「DELMIA」[シミュレーションツール]からなる）の下で飛躍的に高められるということである（図表Ⅱ-4-11-2参照）。

そのことは云うまでもなく、上述したリサイクル性LCAソフト開発を初めとする同社のLCAソフト開発力^(注43) —とりわけ開発・設計段階におけるそれ—を飛躍的に強めることに繋がるものと期待されるのである。

④ 「LCA型デジタル・エンジニアリング」の提唱

日本の自動車業界においてはLCAソフトの開発はリサイクル性LCAソフト開発の必要性から出発しているが、上述したように、EUにおいては、廃棄物処理、リサイクルそして排気ガス規制という環境規制全体に関わるLCAコンセプトの導入が既に求められており、そのために新製品開発においてLCAソフトを装填した「エコ・デザイン」が不可欠となり始めている。そのことは、グローバルな市場展開を必要とする日本の自動車メーカーにとってもLCAソフト装填型新製品開発の必要性が今や目前に迫っているということを意味している。その意味で、日本の自動車メーカーは、問題を先取りするという観点から、むしろデザインを含むエンジニアリングそのものをLCA化するという発想つまり「LCA型デジタル・エンジニアリング」（「エコ・エンジニアリング」）の導入を急ぐべきであろう^(注44)。その場合、データの互換性とシステムの統合性は単にアセンブラーだけではなくパーツ・サプライヤーをも包含した日本の自動車産業全体の問題に発展することは不可避であると想定される以上、二つのデバインドすなわち“デジタル・デバインド”と“グリーン・デバインド”の双方を回避するという二重の意味で「共通ネットワークシステム」としてのJNXの重要性が今後ますます増すことは疑いを入れないであろう^(注45)。

(注1) EUはさらに強力な有害物質使用規制を打ち出す方針であるとされる。新方針は規制対象を拡大し化学物質全般を対象としており、しかもその安全性を全面的に規制しようとしている。その影響は数百億ユーロに及ぶと観られており、関連業界にとっては企業の存続にまで係わる死活問題とすらなる可能性が強いと観られている。（日本経済新聞2003年7月15日より。）

(注2) VDA；International Material Data System参照。

(注3) Keynote Speech「Tracking of chemical ingredients of Parts and Assemblies in the German automotive industry」参照。

(注4) 日本経済新聞2002年12月29日参照。

(注5) EUがそもそも「社会同盟」という性格を色濃く帯びて発展してきたという点については、拙稿「A

proposal of Asian Green Manufacturing Network—For the formation of Asian Environmental & Economic Zone—」(新潟経営大学紀要 [第9号]) Chapter 4 [Note 5] <p.43>を参照のこと。

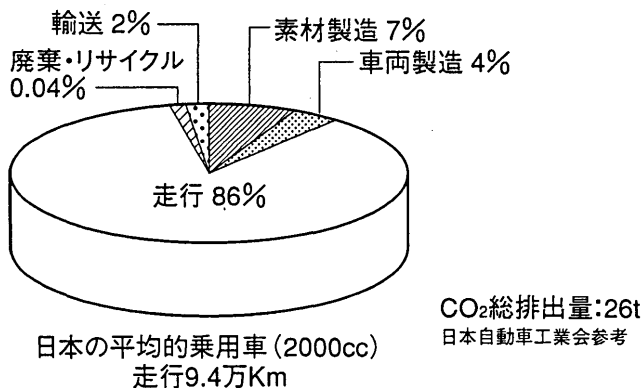
(注6) 読売新聞2003年5月11日参照。

(注7) トヨタ自動車は、仏プジョーシエトロエングループ (PSA) や独フォルクスワーゲン (VW) と部品共通化に動き出したが、こうした提携は、トヨタ社がEU市場へ参入するためにEUの厳しい環境規制をクリアしようとしているためのものだとされている。PSAとは、六価クロムなどの環境汚染物質を使わないボルトの共通化であり、2006年に日欧で発売する新車でそれを使用するとのことである。またVWとは、リサイクル技術を共同研究しており、部品共通化に向けて調整を進めるとのことである。(日本経済新聞2003年6月10日を参照のこと。)(なおトヨタ自動車は、「品番」の世界的な統一—いわゆるカンバン方式のグローバル化—のために、27カ国・地域に亘って展開する同社の約60の拠点での開発・生産・調達を一元的に管理する世界最大級の情報ネットワークシステムを2003年秋以降に導入する計画であると伝えられている [日本経済新聞2003年6月10日参照]。他方同社は後述するように [注44参照]、2005年から全車種に亘って開発段階からLCAソフトを装填する方針であるとされる。従って、こうしたグローバル情報ネットワークシステムやLCAソフトの全面的な活用による「LCA戦略」—しかもこれまた後述するように [注44参照] 両者は融合する可能性すら秘めている—がEU環境規制対策としての上記の同社の部品共通化政策とどのような関わり合いを持つことになるかは、同社の「LCA戦略」のグローバルな展開如何という観点からも、大いに注目される場所である。なお、三菱自動車もまた国内外に跨る全社規模のグローバル情報ネットワークシステムを構築したと伝えられる [日経メカニカルD&M<2003.07.10>より]。)

(注8) LCAコンセプトについては、産業環境管理協会 [URL ; <http://www.jemai.or.jp/index-j.asp>] を参照のこと。なおその活用例を挙げると、次の通りである。自動車の場合、走行距離9.4万kmでCO₂排出量は26トンに達するが、それをライフサイクル別に区分すると、86%が走行中に排出することが判明し、その結果排出量削減のターゲットもまた明確になり車体軽量化やエンジン効率の引き上げなどに置か

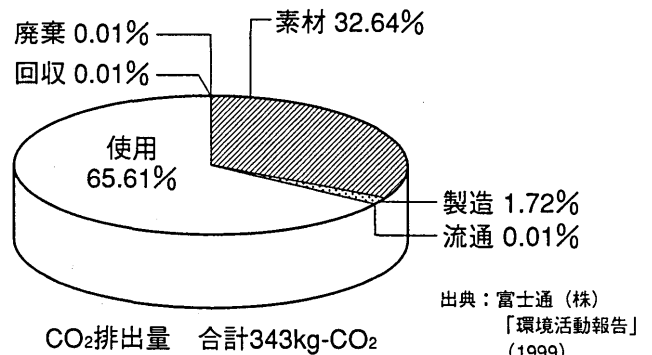
図表 II-4-12 ライフサイクル別CO₂排出量

[1] 自動車CO₂排出量内訳



(出所) 蝦名保彦「マグネシウム開発の事業化に関する研究」(新潟経営大学・地域活性化研究所「地域活性化ジャーナル」[第4号]) P.12より。

[2] デスクトップパソコンCO₂排出量内訳



(出所) 里深文彦「環境を軸に生活をデザインする」([社] 生活経済政策研究所「21世紀社会のアジェンダ研究」[NO.3]) P.16より。

れるという訳だ（図表Ⅱ-4-12-[1]参照）。またデスクトップパソコンの場合、CO₂排出量は343kgとなるが、それをライフサイクル別に区分するとやはり使用中に66%排出することが判り、その結果対策の焦点もそこに絞られることになる（図表Ⅱ-4-12-[2]参照）。

(注9) 日本経済新聞社が行った「第7回環境経営度調査」（日本の有力企業3,926社を対象としている）によれば、LCA導入比率は、製造業平均で35.6%を記録しており、なかでも電機産業では44.2%に達しているとされる（日本経済新聞社2003年12月4日より）。

(注10) ICタグとは、ICチップを埋め込んだタグ（荷札）のことである。それは、電波を発する小型アンテナと、書き込み可能なICチップを埋め込んだ小型のタグであるが、容量の面で従来のバーコードに比べて20~40倍のデータを盛り込めるために、その用途はバーコードよりも遙かに広いとされている。

(注11) 日本経済新聞2002年9月26日参照。

(注12) これに関連して、例えば神里達博氏は「標準データスキーム」の構築を提唱されている。すなわち、グローバル化を先取りして、データの構造、更新・拡張の規則などを決め、それを将来の機能拡大に備えて次世代言語であるXMLなどの標準的な形式で記述することを提唱されている（神里達博「食の履歴システムの可能性」[日本経済新聞2002年12月21日]参照）。

(注13) 日本経済新聞2003年6月30日より。

(注14) 日本経済新聞2003年7月2日より。

(注15) 例えばNECに関しては日本経済新聞1999年3月21日を参照のこと。富士通に関しては、同2001年5月26日を参照のこと。（なお富士通については、半導体製造部門を中心にして、資材の環境負荷と調達コストを一元的に評価する手法を独自に開発したとされる[日本経済新聞2004年2月16日より]。それはLCAコンセプトの複合的活用という意味で「マルチLCAシステム」とでも呼ぶべきものであろう。）ソニーについては、同2001年7月16日を参照のこと。またリサイクルに関しても、NEC（日本経済新聞1999年3月21日参照）や富士通（同2001年5月26日参照）がリサイクル対応型製品の開発を進めている他、日本IBMと日立製作所は、インターネットを使って廃棄パソコンの共同リサイクルシステムを稼働させているとされる（日本経済新聞2002年4月4日参照）。尤も、こうした「グリーン調達」が調達条件を充たし得ない企業なかんづくパーツサプライヤーの安易な切り捨てに利用されるならば、それは“グリーン・デバインド”に繋がりがねないということもまた指摘しておかなければならないであろう。

(注16) NECは情報ネットワークシステム・クロスオーバー型LCAソフトをさらにIT調達に結びつける可能性を探っているようだ（日本経済新聞2001年3月21日参照）。

(注17) 例えば横河電機は化学物質の管理を生産ライン単位で行っており、NECもまた環境負荷低減を半導体関連装置ごとに行っているとされる（日本経済新聞2002年8月9日参照）。

(注18) 日本経済新聞2003年9月2日より。キャノンはさらに、同社の売上高の9割を占める主要製品についてLCAを導入し、その結果を公表するとしている（日本経済新聞2003年12月9日より）。その結果同社は、前述した日本経済新聞社の「第7回環境経営度調査」においても、環境対策の面で、調査対象となった約4,000社中トップの地位を占めるに至っている（日本経済新聞2003年12月4日参照）。

(注19) 日本経済新聞2003年8月26日より。

(注20) 日本経済新聞2003年12月3日より。

(注21) 例えば、マルハはトレイサビリテーシステムを使って台湾・中国からの生鮮食料品なども含めて原

料調達や製造工程の履歴をチェックするとされる（日本経済新聞2002年9月30日参照）。キューピーもまた同システムを導入し離乳食やマヨネーズなどの原料調達・製造工程の履歴をチェックする方針であるとされる（同上）。またイオンは、契約農家3,500戸と組み、青果物の生産履歴、生育状況などの情報を即座に把握する新システムを稼働させると伝えられる（日本経済新聞2003年9月3日より）。さらに農水省は農畜産物の生産・流通経路をインターネットによって確認できる仕組みを導入する予定であるとされる（読売新聞2002年4月12日参照）。独立行政法人「食品総合研究所」も1,700品目に及ぶ野菜や果実の生産・流通方法をやはりインターネットを使って消費者に提供する「青果物ネットカタログ」を稼働させようとしているとされる（図表Ⅱ-4-3-[4]参照）。さらに注目すべきは、食品加工業界におけるトレイサビリテーター・システムの統一コード化の動きである。すなわち、キューピー、菱食など食品関連企業とNTTデータの23社は、トレイサビリテーター・システムに使用される識別番号体系を統一することになったとされる（図表Ⅱ-4-3-[6]参照）（なお、詳細については日本経済新聞2003年12月20日を参照のこと）。

- (注22) 日本経済新聞2003年8月26日より。なお、農協は全国内農産物の6割を扱っているとされる。
- (注23) 例えば、大日本印刷は容器包装製品をLCAソフトで分析し、環境負荷の少ない製品を納入先に提案しているとされる（日本経済新聞1999年4月30日参照）。
- (注24) 例えばキャノンはLCAコンセプトに基づき製品の環境負荷を設計段階で評価できる情報システムを2003年内に開発し、それを自社製品である複写機やプリンターなど事務機器に導入し2004年1月からその運用を開始する予定であると伝えられる（日本経済新聞2003年7月10日参照）。同社は、同システム導入を通じて全ての新製品で発売と同時に環境負荷データを公表することにより「環境性能」を消費者にアピールし自社製品の販路を拡大しようという訳であり、その意味で同社の場合はLCAコンセプトを環境負荷低減のみならずマーケティング戦略としても活用せんとしている興味深いケースであると云えよう。
- (注25) 例えば日本精工はベアリングなど自社製品の環境負荷をLCAソフトで測定し公表するとしている（日本経済新聞2001年8月18日参照）。
- (注26) 日立製作所もまた自社製品の環境負荷低減のためにLCAコンセプトを導入する方針であるとされる（日本経済新聞1999年4月30日参照）。
- (注27) 日本経済新聞2001年7月22日参照。
- (注28) 日本経済新聞2003年1月29日参照。
- (注29) 日本経済新聞2002年8月13日参照。
- (注30) デンソーやカルソニックカイセンなど大手自動車部品メーカーもまた、廃車リサイクルを睨んで相次ぎ製品の素材に利用している鉛と塩ビ（塩化ビニール樹脂）の削減・廃止に動き出しているとされる（日本経済新聞2003年7月8日参照）。
- (注31) 福間康浩「JNXの将来について」（〔社〕日本自動車工業界『JAMAGAZINE [2001年8月号]』[特集/業界共通ネットワーク「JNX」]）URL2/3参照）。
- (注32) 日産自動車、仏ルノーそれにダイムラークライスラーは協力して、自動車部品用金型の精度を上げるシュミレーション・ソフトを開発した。その結果、金型設計の妥当性を評価する手法を確立したとされる（日本経済新聞2003年11月21日より）。なおこの共同開発には、新潟県の有力金型であるツバメックスも参加している（同上より）。

(注33) 中山 力「ホンダ、全事業領域のLCAシステムを構築—車1台のライフサイクルにおける環境負荷を評価—」[NIKKEI DIGITAL ENGINEERING<2002.8>] p.33参照)。

(注34) 日本の自動車メーカーのシェア（世界販売シェア）アップはこのところ顕著である（図表Ⅱ-4-13参照）。2001年のシェアをみると、まずトヨタは前年比0.4ポイント上昇し10.3%と始めて“ビッグ3”の一角に食い込んでいる。ホンダも0.2ポイント上昇し4.6%と前年の9位から7位へと躍進している。さらに日産も4.5%、第9位と頑張っている。こうした日本車の躍進は、日本企業の環境問題への取り組みが次第に顧客に評価され始めていることと決して無関係ではないものと想定される。

尤も、両者の関連性を論じるためには、「環境マネジメント」論の観点からさらに研究する余地が残されてはいるが、自動車産業における競争力決定要因としての環境問題の重要性が次第に高まりかつそれに対して日本車が健闘していることは確かである。伝えられるところによれば、ブッシュ政権が環境保護政策に極めて否定的にもかかわらず、2002年7月22日、米カルフォルニア州は自動車の排ガス規制条例を全米で初めて独自に決定したとされる（日本経済新聞2002年7月23日より）。しかもこうした動きは今後ニューヨーク州をはじめ他州にも広がり全米にも波及する可能性を孕んでいると伝えられる（同2002年7月23日及び2002年7月24日より）。その意味でカリフォルニア州の決定は、米環境政策としても画期的なものと評価される。（尤も“ビッグ3”を中心とする米自動車業界はカリフォルニア州の決定を違法だとして提訴する動きを示している）と伝えられてはいるが〔同2002年7月24日より〕。そのことは、環境負荷軽減力こそが今後の自動車産業における最も重要な競争力決定要因となる可能性が強いということを示唆しているものと云えよう。しかも注目すべきは、カリフォルニア州への燃料電池車の売り込みを巡ってホンダ、トヨタ、ダイムラー・クライスラー、フォード、GMなど世界の自動車メーカーが早くも一斉に走り出しているということである。その中で日本車の健闘振りがとくに目立っている。例えば、ホンダは自社の燃料電池車「FCX」の販売権を世界で初めてカリフォルニア州からしかも最初の自動車メーカーとして獲得したとされている（同2002年7月25日より）。

(注35) 「環境競争力」及びそれに裏付けられた「環境マネジメント」については、拙稿「環境競争力」については、蛭名保彦『「ボーダレス経営」を巡る論点整理』（新潟経営大学・共同研究『アジア企業進出を巡る問題点と課題—新潟県中越集積企業の「ボーダレス経営」研究—』[2003年11月] p.176~177 [URL; <http://www.with-online.com/yasuhiko/kenkyu021203.htm>] を参照のこと。また環境マネジメント論に関しては、鷲尾紀吉「環境経営の概念に関する一考察」（名古屋産業大学・名古屋経営短期大学環境経営研究所『環境経営研究所報』[第1号<2002年3月刊>]）p.23~36が詳しい。

図表Ⅱ-4-13

2001年自動車世界販売・シェア

(単位：%、万台)

①GM (米)	14.4	830
②フォード (米)	12.0	691
③トヨタ (日)	10.3	593
④フォルクスワーゲン (独)	8.9	511
⑤ダイムラー (独・米)	7.8	450
⑥プジョー (仏)	5.5	318
⑦ホンダ (日)	4.6	267
⑧現代 (韓)	4.6	265
⑨日産 (日)	4.5	258
⑩ルノー (仏)	4.2	241
.....		
⑫三菱自 (日)	2.5	144
⑬マツダ (日)	1.7	97

(出所) 日本経済新聞2002年5月21日より。

なお、環境競争力概念に関連して、永田勝也教は「成長する製品」コンセプトとして下図に示すような興味ある指摘を行っておられる（永田勝也「環境に配慮した製品設計はいかに行われるか—リサイクル設計とライフサイクルアセスメントの展開—」

[URL ; <http://www.nagata.mech.waseda.ac.jp/people/nagata-i.html>] 参照)。

ここでは新たなコンセプトの提示というよりもその必要性を事例を示して指摘されているに過ぎないとも云えるが、しかし見過ごしてはならないのはこうした指摘の背後にある“思想”の重要性である。つまり、従来の経済学が教えるところによれば環境負荷低減は外部不経済の内部化するすなわち単なるコスト要因と見なされてきたのに対して、ここではそれを製品の「成長性」すなわち新たな競争力源泉と見なしている点である。競争力源泉を専ら経済的要因と価格要因にのみ求めてきた経済学や経営学からは決してこうした発想は生まれない。その意味で永田教授の指摘は、われわれに対してこれまでの競争力論すなわち経済的・价格的要因による一元的決定論に基づく競争力論の根本的な変更を迫る重要な指摘であると云わなければならないのである。

“成長”する製品のコンセプト

現在の工業製品	“成長”する工業製品
買ったときが最高の性能	→ 買ったときから徐々に良くなる
買い換えさせて利益を得る	→ 使用途中で性能を向上させて利益を得る
修理せずに捨てる	→ 修理より復元から向上へ
短期視点の設計	→ 長期視点に立つ設計
技術の安売り	→ 技術に正当な対価を
耐久“消費財”	→ 耐久“向上財”
低価格	→ 高価格

(注36) TOYOTA INTERNET DRIVE 「企業情報—環境への取り組み」

[URL ; http://www.toyota.co.jp/company/eco/recycle/development_1.html] 参照。なおトヨタ自動車は、1998年3月に製品開発に関する環境マネジメントシステムにおいて、日本の自動車業界では初めてISO14001認証を取得している。

(注37) NIKKEI MECHANICAL誌「トヨタ自動車—統合CAD/CAM/CAEの導入進め、RP工程にも活用」(NIKKEI MECHANICAL 別冊) p.132~135参照。なお、トヨタの「統合CAD/CAM/CAE」における3次元CADデータはCADCEUSをベースにしている。また新システムは、業界団体である「自工会」([社]日本自動車工業会)が開発したIGESの運用標準であるJAMA-ISのトランスレーターを標準装備している。ところでここでもまた注目しておかなければならないのは、「3次元統合CAD/CAM/CAEシステム」もまた、同社が導入せんとしている新グローバル情報ネットワークシステム(注7参照)との関連性が問われることになるであろう、ということだ。

(注38) 中山 力「自動車メーカーIT化の現状と今後」(NIKKEI DIGITAL ENGINEERING [2002年10月号]) p.85より。

(注39) 自動車産業において3次元CADの導入がとくに進んだのにはそれなりの理由がある。一つは、外観デザインにおける「自由曲面」の多用性が内製3次元CADの導入に繋がった。二つには、ボディーなどの大型部品が試作コストを高めるためにシュミレーションの活用を促した。三つには、部品点数が多

く（2万から3万点に及ぶ）しかも特注部品の占める比率が高いために、新型車を開発するたびに部品の設計・試作・実験のための3次元CADが必要とされた。（中山 力「自動車メーカーIT化の現状と今後」（NIKKEI DIGITAL ENGINEERING [2002年10月号]）p.79参照。）

(注40) 中山 力「自動車メーカーIT化の現状と今後」（NIKKEI DIGITAL ENGINEERING [2002年10月号]）p.85より。

(注41) 中山 力「自動車メーカーIT化の現状と今後」（NIKKEI DIGITAL ENGINEERING [2002年10月号]）p.79参照。

(注42) 木村知史「トヨタ自動車が『CATIA V5』導入を決定」（NIKKEI DIGITAL ENGINEERING [2002年5月号]）p.36参照。

(注43) なおトヨタ自動車は、LCAの評価対象項目として「地球温暖化（燃費）」、「大気汚染（排気ガス）」及び「資源枯渇（リサイクル）」を設定し、それらに対する同社独自のLCAソフトを開発し、それを「エコ・デザイン」として開発・設計段階に装填することによって「インベントリー分析」を行いつつ「環境影響評価」を試みている（「TOYOTA LCA Report」

[URL ; http://www.toyota.co.jp/company/lca_report/main_c.html] を参照のこと）。例えば、同社が「エコカー」として開発したES3（イー・エス・キュービック）、プリウス、エステマハイブリッドについての「インベントリー分析」及び「環境影響評価」を大気汚染項目を中心に算定している。それによれば、まずES3については、トータルライフでCO₂排出量を32%、NOX排出量を44%と大幅に低減できるとしている。その結果、温暖化や大気汚染に対して大きな改善効果を期待できるとしている。とくにCO₂排出量については、ボディーの材料としてアルミ合金を使用した結果、車体軽量化に成功し、走走距離33,000kmを境にして低減効果が累増すると測定している。（尤も、ここで注意を要するのは、アルミ車は「資源枯渇」に対しては環境負荷を増すという測定結果が出されていることである。これは、ステンレスに含有されている希少財であるニッケルの使用にも負っているが、アルミ合金の使用にも関わっている可能性もある。前述したように〔本報告第I部<拙稿>「マグネシウム合金開発の方向について」参照〕、アルミ合金はリサイクル性には富んでいてもエネルギーについては多消費型であるからだ。）さらにプリウス、エステマハイブリッドについても、同様の効果が期待できるとされている。

(注44) トヨタ自動車は、2005年以降同社が開発する全車種に開発段階から新LCAソフト「ECO-VAS< Vehicle Assessment System> [エコバス]」を装填すると発表した（日本経済新聞2003年6月17日より）。新ソフトは二つの特徴を備えている。一つは、環境問題に対して設計段階からしかも総合的に取り組むためのソフトであるということだ。すなわちそれは、（イ）車両開発の企画段階で「環境負荷低減目標値」を設定し、（ロ）設計・試作段階で達成状況をチェックし、（ハ）評価結果をフィードバックする—というプロセスを繰り返すことによって、調達・生産から消費・廃棄に至る全過程で、燃費・排ガス・騒音・リサイクル性・CO₂排出量など自動車に係わる殆ど全ての環境負荷要因を事前に評価しチェックしつ軽減するためのソフトである、とされる。二つには、新ソフトが2004年以降から稼働する予定の同社の新コンピューターネットワークシステムと結合・融合しているという点である。新コンピューターネットワークシステムは同社が一方で開発を進めているとされるグローバル情報ネットワークシステムの一環をなす可能性を有している。そのことは、同社のグローバル情報ネットワークシステムにも「ECO-VAS」が装填されるということの意味する。その意味で、新LCAソフト

「ECO-VAS」は、単に同社の全新規開発車両に搭載されるという点で画期的であるばかりではなく、そのグローバルな展開を通じて、生産・販売両面に亘る同社の世界的経営戦略にとっても画期的な意味を持つことになる。要するに「ECO-VAS」は、トヨタ社にとっては環境問題が今や同社の世界経営戦略上の最重要課題の一つとなり始めているということを如実に示しているのである。（なお「ECO-VAS」の詳細については、トヨタ社のニュースリリース「トヨタ、『自動車環境総合評価体制』を強化―車両開発責任者による新しい環境評価システム『ECO-VAS』を導入―」

[URL ; http://www.toyota.co.jp/ip/news/03/jun/nt03_049.html] を参照されたい。）

(注45) この点に関連して、上述したJNXのCSPである「トヨタ・デジタル・クルーズ」社は興味深い指摘を行っている。すなわち同社は、(イ) CAI (Common Application Infrastructure ; 標準アプリケーション) の整備、(ロ) 自動車関連業界を通じての他業界の利用拡大、(ハ) ANX、ENXなどとの接続によるGNXとしての性格―という三つの要因により、JNXは極めて「拡張性」に富んだネットワークシステムであり、そのことはJNXの業務アプリケーションが今後開発から決済に迄及ぶということを示唆している、としている

(同社URL ; <http://www.d-cruise.co.jp/d-cruise/service/csp/future.html>] 1/1参照)。つまり、JNXがLCAクロスオーバー型情報ネットワークシステムとして「エコ・エンジニアリング」の発展に果たす役割が期待されるのであるが、その根拠は、この「拡張性」にあり、従って「共通ネットワークシステム」としてのJNXの発展性そのものの中に内在していると考えられるのである。

自動車における軽量化・LCA化および
企業情報ネットワークに関する研究

発 行 新潟経営大学・地域活性化研究所
新潟県加茂市希望ヶ丘2909番地2
電話 0256-53-3000(代)
FAX 0256-53-4544

印刷所 (有)スタッフ ラン

発行月日 平成16年3月