

思い出すままに

— コンピュータの40年 —

川口 博

1. 「計算機械」回顧

いま、手元に一冊の本がある。共立全書 57, タイトルは「計算機械」, 阪大精密工学科の城教授と牧之内助教授の共著である。そろばん, 手回し計算機, パンチカード式の統計機械, 10進/2進電子計算機, 微分解析機について, 装置の歴史と原理について説明している。初版は1953年(S28)6月, 手元の本は3版で1955年(S30)6月発行である。

ご承知のように船は数式表現の困難な曲面から構成されているので, プロパティはシンプソンの公式を使い単純だが手数のかかる計算をそろばんとタイガー計算機で行い, 線図作成にはプランメーター, 復原力にはインテグレーター, 縦強度にはインテグラフなどの積分機を使ってきた。船舶の設計には多様な計算機械が必要であった。大学では遊び半分であったが, 川重に入社して計算掛に配属になり, これらの器械を実際の設計の場で新しく使う度に喜びと緊張を感じたものだった。これらはドイツ製でとくにインテグラフは日本に数台しかないときかされた。不器用な私はうまく使えず先輩に随分と助けてもらった。誤差が大きくて本当はやり直さなければならぬものをごまかしたことも数多くある。一つ一つの器械に担当した船や指導された先輩の思い出がよみがえる。

これらはいますべてない。コンピュータの利用の発展とともに消滅したのである。そしてそれとともに計算掛も組織から消えた。これらの器械はアナログの機械式であった。アナログからデジタルへ, 機械式から電子式へ, 精度向上と高速性の利便さから産業機器/生活機器は急速にデジタル化していった。設計において計算は手段であって目的ではない。効率化のために消滅するのは自然の理であるが, 計算尺一本で船の基本設計をしたり, アナログ器械で微分や積分をした昔は, 時間がゆっくりと回わりゆとりと暖かさがあつた。そして先輩との交流のなかでいろんなことを覚えていったんだと懐かしく思い返している。

現役をしりぞいて, 時間がたっぷりあるようになった。読み残した本を読み直している昨今だが, この「計算機械」を思いだし書店にいったがない。川重の技術室にお願いして借り出したのである。当時から名著の名が高かったが, いま読み返しても内容は新鮮でコンピュータや計算機械の原理を学ぶには十分有効である。エレクトロニクスの進歩で素子は超小型化, 超高速化した。基本の計算原理は変わっているわけではない。パスカルの時代から昭和28年にいたる300余年の計算機械の進歩のあとを本書でたどり, 著者は後書きにこう書いている。「トランジスター, ダイオード等の発展はやがて電子計算機を複雑かつ小型にしてしまうに違いない。そのようになれば電子計算機は頭脳機械と呼ばれてもおかしくはあるまい。」45年前の著者の卓見に驚くとともに, まだ頭脳機械になりきっていないコンピュータに人間の玄妙さを改めて感じるのである。共立出版に問い合わせると本書は絶版となり, 科学, 工学の最新技術書であった共立全書は550の発行書のうち現存するのは約100とのことで, 最近の技術の進歩を垣間見た気がした。

技術室にきくと, タイガー計算機はすべて処分され, 積分機械も行方不明というので, よく調べてほしい, あれば見たいし, 歴史的遺物として保管したらと云ったが, 現時点で連絡はない。タイガー計算機とそろばんで日がな人間機械であり, 製図(バッテンや烏口の)やこれらの器械の使い方の不器用であったのが, 私がコンピュータに関心を持つようになった大きい理由だが, それだけに滅んだものへの愛着をいまひとしお深く感じるのである。

2. システム

ポートアイランドの埋め立て計画に使用する土砂運搬船の建造に地元企業として参画して欲しいと神戸市より要請があつた。1963年のことである。大型船ばかり造っていた企業にとって, 小型のこのような特殊船を設計・建造することは得意でなく, 仮に採用されたとしても採算的に折り合うか

どうか疑問であったが、強い要請とのことで特別チームを編成して作業をおこない神戸市に提出した。結果は惨敗であった。三井造船のプッシャーバージシステムにももの見事に負けたのである。三井造船は欧州のとくにライン河のバージシステムを調査研究していて、土砂運搬のバージとプッシャーボートを分離した船団を提案していた。われわれは在来型の自航船から脱却できず、土砂の積み下ろしに幾つかの新基軸をいれたが、土砂トンあたりの輸送コストはプッシャーバージと比べてはるかに高かったのである。

神戸市の当て馬的要求だからほどほどでよいという幹部の意向もあったが作業チームは短期間にわか勉強をして頑張った。とくにリーダーのY課長はアイデアをだしわれわれを督励し続けた。負けたという知らせがはいるとこの豪放な課長は倒れてしまった。豪放の裏に意外な繊細さをもつ人であることをはじめて知った。わたしにとって、日頃の研究や不断の調査が重要であり付け焼き刃では所詮勝てないこと、そして船を輸送システムの一環として全体の最適化を考える必要性を実感したのである。

当時アメリカのアポロ計画が進行中でシステムやシステム工学の考え方が伝わって来ていたが言葉で理解していたにすぎなかった。この敗戦でシステムとしてものを考えることの必要性和重要性を身にしみて体得したのである。このプロジェクトのすぐあとに電子計算機の導入と技術問題への利用を担当することになり、人や組織のシステムを相手に悪戦苦闘することになるのだが、流行語となったシステムという言葉が安易に若い仲間からでると、このプロジェクトのこと、早世したY課長のことが頭をかすめるのである。その後、システムに関する本を読んだが、読めば読むほど難解になるという経験をした。システムアナリシスなど理屈で理解できても実際の適用となると一筋縄でいかないのである。これがシステムなんだと改めて感心したが、読んだ本のなかでベストをあげよ、といわれたら躊躇なく東工大松田武彦教授の“システム科学序説”1976を挙げるだろう。明快さでこの小論にかなうものはない。目から鱗が落ちる思いがした。

日本の造船業が技術・生産の面で世界をリードして久しいが、問題点の第一はJRの新幹線にみられるような世界が尊敬し真似たがるような新技術の開発がないことだ。船は世界の大きい輸送シ

ステムのなかの一つの媒体にすぎない。輸送システムの改革を促すような新しい船を創発して提案する技術力を持たない限り、いずれ建造コストの安い発展途上国にとって代わられるだろうと思うのである。

3. 設計とコンピュータ

1966年に造船設計の作業分析をしたことがある。基本設計と造船設計（船こく、艀装、機装、電装）と分けて主要図面を調べた。工数比率はつぎのようであった。

	準備	検討	計算	製図	検図	打合	改正
基本設計	4%	18%	16%	48%	4%	6%	4%
造船設計	3%	17%	5%	51%	7%	7%	10%

また約100種の図面の作成方法は

- | | |
|--------------------|----|
| 1. 計算と製図とを反復して進める | 18 |
| 2. 計算をして結果を図面に纏める | 51 |
| 3. 設計者の経験をもとに図面を描く | 23 |
| 4. 写図、転用 | 2 |

技術用のコンピュータを導入してから、造船設計の技術計算や生産技術の現図展開、縮尺原図作成などのプログラム作成は順調に進んだが、設計全体への浸透が乏しく、達成感がすくない。そこで設計の態様を把握するために実施したのがこの調査である。船こくは船級協会のルール適用と展開、ぎ装は艀用品の選択と配置が主たるプロセスであって、コンピュータを使うようなタスクは数少なかった。入社したときある先輩が“造船設計とは図面を描いたり、消したりするところである。”と喝破していたのを思いだした。入社以来、基本計画課計算掛にいたわたしは計算に毒されていたのである。

設計のタスクをコンピュータで支援するには数多くのツールが必要であった。

1. 設計のルールや設計データの蓄積、検索と利用
2. 設計の問題解決を試行錯誤的に行なう対話プロセスのメカニズム

3. 図面を対話的に作成できるグラフィックディスプレイの実用化
4. 上流から下流へ図面，データの効率的な伝達方法
5. 構造解析など固有の問題解決のための汎用ソフトウェア

などなどである。1967年頃は未来論が盛んで自動化の論議からオフィスオートメーションとならんでデザインオートメーションの言葉まで飛び出した。しかし、創造的な思考が要求される設計では、コンピュータはせいぜい設計者の思考プロセスを支援するツールにすぎないではないかという論議が主流をしめ、CAD (Computer Aided Design) という用語が定着した。CAD はしばしばグラフィックディスプレイを使う2D製図や3Dモデリングの意味に使われるが、製図やモデルを作ることだけが設計ではない。設計者の創造的思考を検証し増幅するために、先述の1から5までのような数多くの支援ツールを効果的に総合的に使い、人とコンピュータがシステムとして一体化して対話的に問題を解決していく環境が本来のCADであろう。

現在、このようなCAD環境の整備が進み、設計ではワークステーションが必需品になっている。建造隻数と難易度を考慮すると、35年前と比べて設計者は大幅に減っているが、始めに挙げた設計者の設計態様からみた工数比率はどのように変化しているのだろうか。そして、造船の設計者は本来の創発的な船を創り出すための思考に十分な時間がとれるようになっているのだろうか。

4. Parametric Study

船舶の基本設計の第一歩は船主の要求仕様を満足する船の主要目の決定である。昔はこの作業は計算尺で行うもっとも粗いFirst Stepの初期設計でベテランで3日位要していた。コンピュータ導入のあと、船舶算法や馬力計算などの個々の計算のプログラムが作成されていくが、この成果をうけて、タンカーの初期設計用のプログラムを作成することになり、5人の若手メンバーが選ばれた。船型、構造、主機関などの差違による資材、工数、燃費などの差を組み込んで、最終的に船価と日本とペルシャ湾往復の運航費などが計算できる一連のプログラムを約一年かけて作成した。

表1 コンピュータ利用の進展

	1960 (S35)	1970 (S45)	1980 (S55)	1990 (H5)	
利用形態	PCS バッチ処理 (個別処理)	リアルタイム 処理 (通信との結合)	オンライン 集中処理 (対話処理)	オンライン 分散処理 多重システム統合 (パーソナル・コンピューティング) (ダウンサイジング)	
利用目的	データの 大量処理	処理の 効率化・即時化	情報システム システム統合と 機能分散	情報統合	
コンピュータ	第1世代 (VT)	第2世代 (TR)	第3世代 (SLT) (S/360)	第3.5世代 (MST) (S/370)	第4世代 (VLSI) (303X)
経営	事務処理 (SEE)	MIS 事務処理 (DO)	OA 計画/意思決定支援 (PLAN)	SIS 戦略/競争上の優位性獲得	
設計 / 開発	個別計算 シミュレーション	システムプログラム (自動設計) 初期CAD	CAD (2D製図) CAD (3Dモデラー) AI	CAE コンカレント・エンジニアリング CFD	CIM プロダクトモデリング
製造	NC 生産管理	MC/FMC	ロボット MRP (自動化の島)	FMS/FA トータルFA プラントオペレーション	CIM IMS
生産システム	大量生産	多品種少量生産	変種変量生産	個別付加価値 生産	

L/B, d/D, Cb, Diesel or Turbine, DW など多くのパラメーターを変えてインプットすると様々なタンカーの主要目などが一隻約 3 分で計算できる。これを整理して、例えば 20 万トンの DW のタンカーの船価ミニマムと運航採算性ミニマムの主要目が決まる。造船所にとってベストなものとの船主にとってベストなものとの主要目や船価などの差違が量的に明らかになった。1000 隻以上のタンカーを一度に計算してその差違を分析することは手計算ではできなかったもので、電子計算機による Parametric Study の効用を改めて認識し、その後の基本設計の電算化を促進させる原動力になった。1966 年に事業部長が欧米の船主を営業訪問することになり、最新の資料を作るために約 1000 隻の計算を 3 日でやれと命じられた。安請け合いで引き受けたが、一隻 3 分でも 3000 分即ち 2 日強かかることに気がついた。計算機が故障しないことを祈りつつ徹夜の連続でやったが、このときにはじめて掛け算の威力にびっくりした。

人が 3 日かかるのが 3 分でできるなど設計における計算機の効用を当時コンピュータの啓蒙家であった東大の M 教授に話した。半年後、ある科学雑誌に“IBM7090 が日本に 3 台あれば日本の設計者は煩雑な計算から解放される”という M 教授の記事が載った。当時の最新鋭機であった IBM7090 は我が社の F 社の中型機より 30 倍以上高速であったが、それにしてもこれはいかに大胆な発言であった。

数年後の有限要素法など各種の応用プログラムの開発普及、Parametric Study のようなシミュレーションの効用の認識から科学技術分野の計算需要は飛躍的に増大した。いまのパソコンは IBM7090 と同等以上の能力をもっていて、さらに超大型機などを併せると日本だけでも 30 年前の 10 億倍近い計算能力がある。もっとも、ワープロ、画像処理やデータの蓄積・検索などの非計算分野のコンピュータ利用という新たな分野の伸展が大きい需要を喚起しているが、純粹の計算需要も恐るべき伸びである。それでいて、粘性流体力学の Navier-Stokes の運動方程式を高い Reynolds 数で解くのもっと超高速のコンピュータが要求されている。

“人間は計算する動物である。”というべきであろうか。

5. 女性プログラマー

電子計算機の導入が決まって設置・運営の準備に入ったが、要員は新規採用で充足することになった。学卒男子の採用はすでに終わっていたのでプログラマーは思い切って理科系の女子を採用することとした。かつて秘書室にいたかみさんから女子の学卒の給与は男子の学卒と高卒の丁度中間に設定されていて不公平と聞いていたので、理科系の女子学卒は男子と同一条件でやって欲しいと人事部に申し入れた。川口はフェミニストだなどと笑われ、常務会でもめたそうだが、寮には入れないという条件付きで結局承認が得られた。それから毎年奈良女、早稲田、津田塾などの数学科出身の優秀な女性が入社してきた。当時関西で男女同一賃金の企業は数えるほどしかなく、評判になったらしい。同時入社男子とくらべて彼女らは立ち上がり早く、プログラマーとしてはより適性を示し、よい仕事をしてくれた。電子計算機導入後社員教育の一環で電算教育を行ってきたが、もひとつ盛り上がり欠けていた。設計者はコンピュータを理解し、自分の問題解決のために使いこなすようにするという目的のためには、若い設計者をもっと惹きつける何かが必要であった。そこでプログラム、OR、シミュレーション、数値解析の勉強会を残業時にもうけて彼女らに担当させた。これは成功した。彼女らを目当てに若い設計者が多数集まってきたのである。造船設計に OR やシミュレーションを取り入れる動きがおこり、また担当の彼女らはプログラマーとしてだけでなく、スペシャリストとして育てることができたのである。

残念なことに彼女らの会社生活は短く、平均して 2.7 年であった。結婚すれば退職するというのが当時の OL の一般的な風潮で、結婚式に主賓として挨拶するたびに心のなかで“この野郎”と新郎を恨んだものである。

このなかで、S さんと T さんの二人は異色であった。S さんは 1958 年に神戸大の数学をでて F 社の計算センターにはいった。日本の女性プログラマーの草分けである。1965 年に F 社の技術用コンピュータを導入したあと入社を懇請してわれわれの新しいチームにきてもらった。新人ばかりのチームの教育、数値解析を含むプログラムの指導に素晴らしい才能を示した。バグで悩んでいるときプログラムリストをさっと目を通して、“ハイ、ここ”と即座に指摘した。穿孔テープを読めるのも

彼女の特技だった。縮尺原図のための図形処理プロセッサはわたしが構想と仕様を与え、ALGOLのPreprocessorとして完成させたのは彼女である。これは1968年の関西造協の秋季講演会で共同で発表した。女性の著者は恐らく初めてであったとおもう。女性として川重ではじめて掛長になったのも彼女であった。管理の仕事の分担をことわりプログラマーというスペシャリストに徹し続けた。

早稲田の数学科出身のTさんは才媛で頑張りやであった。結婚したあとも仕事をつづけ、長子が生まれた時も休暇をとったあと復帰してきた。会社で託児所をつくるべきだとアピールされて困ったこともある。2子を設けてなお頑張り、旦那がバークレイに留学するときは特例で休暇を与えるなどして援助した。いま、女性向けのパソコンソフトを開発・販売して、女性起業家としてNHKで放映されて有名になっているが、女性ばかりの社員のなかに家庭にはいった昔の仲間がパートで仕事をしている。依頼講演のなかで、“川重の先駆性と仕事の与えかたがわたしを育てた”とっているようだが、彼女の今日あるのは生来の素質に加えて仕事への意欲とヴァイタリティ、そして旦那の協力である。

この二人は休日出勤や夜間の長時間残業を禁じた労働規則を女性の進歩を妨げる悪法と断じて抵抗し、会社の労働部からは要注意人物であった。男女を差別すると罰せられる現在の労働法にいたる改革は彼女らの猛烈な努力の結果である。いまは男女が平等に肩をならべて仕事ができる良い時代になった。

6. MIS (Management Information System ; 経営情報システム)

1965年頃、MISという新しい言葉がアメリカで使われ始めた。この言葉の意味するところは人によって違う。が、要するに、コンピュータを利用して、データを集め、企業の経営者の意思決定に役立つように加工し、適切な意思決定をタイミングよく行えるようにするシステムといえる。これには次のような背景があった。第一に、企業規模の巨大化と内容の複雑化である。第二に、ばらばらに使われてきたコンピュータを全社的に統合しデータを集中化することである。第三に、コンピュータの性能の向上である。演算の高速化、記憶容量の増大などでオンライン・リアルタイムといった形でのコンピュータの利用も可能になった。

日本では大企業の経営者が関心をもち、1967年2月に経団連はMISの調査のため大規模の調査団を編成しアメリカにおくった。“MISは今後の企業経営にとって革新的役割を果たすであろう。日本の経営者はアメリカに負けないようにMISに注目しその構築に努力すべきである。”帰国後発表されたこの提言は大きい社会的反響を呼んだ。この頃から、コンピュータは電子計算機から情報処理装置またはシステムへ呼びかたの転換がはじまる。経営の三要素、“ひと、もの、かね”に“情報”が加えられ、情報化時代といわれるようになった。同年にNHKは“情報科学講座”をテレビで放映し、経営、管理、計画、制御、通信、認識、生物、社会の8種と情報との関連をそれぞれの分野の権威が分担し解説した。当時日本では未来論がさかんであった。1960年代に日本経済は大きく飛躍し、これを支えた科学技術の発展から、日本の経済や社会が今後どう変わっていくのかが論議された。楽観論を基調としたバラ色の論議が多かったが、これに企業経営の未来論としてMISが加わったのである。

MISはアメリカでも実現した企業はほとんどなく、概念にとどまった。企業経営はあまりに複雑で、経営要素のデータを完全にとりこみ、一つのシステムに纏めることが難しいこと、コンピュータ技術がまだ脆弱でMISの実現にコストがかかりすぎることで、そして経営者によい情報を与えても必ずしも良い意思決定が行えるとはかぎらない、などの理由からである。しかし、ゆっくりとしたペースで企業のコンピュータ利用のシステムは成長し、インターネット利用という新しい概念のもとで成熟期を迎えている。この間、30年という時間の経過が必要であった。

いま、IT革命という言葉が喧しい。政・官・財一体になったキャンペーンが行われていて、その喧騒さはMIS時代を思い出させる。どちらもアメリカからおこり、アメリカに負けないように頑張ろうと強調される点は同一だが、日本のおかれた状況はまったく異なる。30年前の日本経済はすべての分野で好調であり、MISは未来論に立脚した明るさがあった。今日のIT革命は企業より社会的な、特に個人にたいする利便性の向上が主目的である。現在電子・電気、通信関連の業種は好調で、このITの伸展によってさらに業績の向上が期待できる。半面、他の多くの企業は金融をふくめて全くの沈滞の状況にあって打開の途が見えない。

“もの” → “エネルギー” → “情報” と科学はその歩みにつれて次々に新しい概念を発見しながら飛躍し、企業も科学の成果をもとに成長してきた。

“もの”を作る産業は発展途上国に次第にうつり、情報産業だけが栄えるというのが先進国の情報化時代の帰結であるとすれば、いずれ来るであろう脱情報化時代について対応を急がねばならない。情報に続くつぎの新概念を見つけねば日本は経済分野で凋落していくのではあるまいか。

7. DBDC

(Database/Data Communication)

設計や生産技術の電算化が順調に進んだ1967年ごろ、新造船や修繕船の見積課長が代わるたびに見積業務の電算化を行いたいとの相談を受けるようになった。多くの資材や作業の単価データを貯え、それを即座にとりだして集計し、印刷しなければならない。このためには、ハードとして大容量、高速アクセスのディスク装置と端末機、ソフトとしては効率のよいデータ管理と検索システムが必要なのだが、設計計算のような論理深度の高いプログラムは高速に処理できても、このような大量のデータの即時処理は手持ちの電算機では無理である。座席予約や銀行のオンラインは機能しているのではないと言われるので、あれは単純業務の大量の繰り返しを専用のシステムでやっているのでは高価だがペイするのですと答えると不満そうに帰られるのである。坂出と神戸の両工場をオンラインで結んで生産技術の原図作成とガス切断機のテープ作成を神戸の大型機でおこなったのは1969年であった。四国電電の松山にオンラインの申請にいくと、30人ほどの技術者がいて今回の利用目的と適用技術について説明して欲しいというので驚いた。四国では国鉄や一部の銀行を除くとオンラインは珍しく一般企業では申請の第一号であったのである。

1968年からIBMを中心にDBDCの技術が漸く熟してきた。大型タンカーの連続建造で世界の造船業は活況を呈していたが、坂出工場では、艦装設計課長Oさんがリーダー、電算掛長のM君が副リーダーで推進していた、艦装品の発注・入庫・在庫管理にこの技術を利用するプロジェクト、MMS (Material Management System) が提案され本部で承認され開発がスタートした。そこに、突然本部の電算企画を担当していたわたしに坂出の電算課長の兼務を命ぜられた。MMSの火が余り

にも坂出で燃え盛ってこれが効率化の最大の救世主だとする風潮に本部は危惧したのである。タンカーの連続建造で大きい利益をあげ、工場全体は活気に満ちていたが、多少思いあがっていて関東軍になりかねないという側面もあった。計画書の段階で業務分析が不十分のまま大きいシステムを短期間で実現しようとする危険性とメーカーF社のこの種の技術の未成熟を指摘していたのだが、承認のあとMMSはさらに増幅されていた。リーダーはアイデアが豊かな人だからあれもこれもやりたいと多くの注文を追加したのである。一次、二次、三次と段階的に進め、期間も当初の2倍掛けるように修正したが、坂出のグループは不満であった。このプロジェクトはわたしが予想した以上にきびしく、開発の日程は遅延を重ねた。一次のシステムは当初計画の30%の規模に縮小して半年遅れでオープンしたが、対話のレスポンスの悪さ、ディスク容量の不足からさらに大型機へ更改してようやく実用にこぎつけた。その後わたしは本社に移りプロジェクトを離れたが、全体計画が機能してまもなくオイルショックによる日本経済の停滞、タンカーブームの終焉とともに坂出工場は苦難の時期を迎えこのシステムは消滅した。同時期に開発された他造船所のDBDCシステムもほぼ同様な運命を辿った。

対話処理のような人の介入するシステムの複雑さ、コンピュータ技術への過信、試作・研究段階のハード・ソフト技術を実用段階と誤認する誤り、理念と実際の乖離は予想以上に大きいものがあった。DBDCの技術がかなり成熟した1975年代においても航空機や精機の生産システムや資材システムの開発は苦勞した。電算化の一番の障害は人間が日頃容易にやっていることについて理解が届かないことにある。人が容易にやっているものほどコンピュータは苦手である。特別な専用システムの開発はそこで破綻するのである。パソコンの表計算ソフトのように、ソフトの枠組みだけ用意して人は制約なく自由に使う、今日のパソコンの普及にはこうした弾力的なソフトの出現が推進力であると思う。

8. グラフィック・ディスプレイ (GD)

ライトペンと称するツールとCRTを使って、画面上に電子的に絵を描く装置、グラフィック・ディスプレイの出現は古く、1965年であった。GMとIBMの共同研究のDAC1に始まる。この技術が

設計・製図にとって画期的と思われ、CADの中核技術の一つとして期待されたにも拘わらず、初歩的な実用化にいたるまで10年以上もかかった。IBMの市販製品が数千万円と高価であったこと、グラフィック言語がプアーで一つの簡単な利用、例えば飛行機の錐揉み落下をシミュレートするプログラムの作成に2ヶ月も掛かったからである。これでは日常の設計にたやすく利用することが出来ない。1972年にこの機器を開発していたIBMのKingston工場を訪れた。新型のGDの設計は完了しているが販売予測から利益が期待できないので製造市販の許可が下りない、といわれてIBMのビジネスの厳しさが判った。事実、当時の日本では、大手製造業中心に30台ほどが設置されほそぼそと応用研究が行われていたにすぎない。前年に設備申請をしたが門前払いで、何度も、いや10度も通って漸く許可された。当時の事業部長Nさんはおまえのあの時の頑張りには恐れ入ったよと会うたびにいう。わたしの説明では設置目的について十分納得できない胡散臭さを感じていたのだろう。1974年に日本IBMの主催でCADの研究会があり、自動車、造船、プラント、建築などの研究者が70人ほど集まった。最後の総合討論の司会をやったが、この技術の将来性については異論がないが、採算性から近い将来に実用化できるとは思われない、という意見が過半数であった。

これが1976年を契機に一変する。ロッキードが開発した設計・製図の汎用ソフトCADAMをIBMが世界的に販売を行い、その売れ行きの好調さとともに、10年振りに新型GDを発売したのである。CADAMの良さを一番早く認識したのはそれまでGDのソフトを自前で研究・開発してきた技術者であった。造船業各社は相次いで導入したが、いままで、縮尺原図やガス切断機の司令テープの作成は、プログラムを作り、図形処理プロセッサで処理し、作画機で図を作り、切り張りしてネステイングするという厄介なプロセスを経由していたが、ディスプレイの上で対話的に行えるようになり、コスト、作成期間が大幅に減り、ミスも減少した。いままでのコンピュータ利用技術のなかでもっとも良いものだと生産技術からはじめて褒められた。さらに、その後ラスタ型(テレビ型)のCRTが開発され、安価さとカラー表示で普及が急速に進み、パソコンの性能向上とともに、1984年からCADAMのパソコン版MICROCADAMが市販されて、大企業から中小企業の製造業までCADが日常の設計・製図に利用されるようになる。

1974年に川重とロッキードとが提携して相互の技術を調査したことがあるが、わたしは調査団の一員としてはじめてCADAMに出会った。当時は機能も少なかったが、われわれが試作していたソフトと比べ製図スピードの速さに驚いた。当時ソフトウェアを含むシステム価格は高価で一スコープあたり5千万円もして、設計者の製図作業の4倍以上の生産性を上げないとペイしなかった。いまのMICROCADAMは百分の一以下の費用で10倍以上の機能が利用できる。現在CADの採算性を問題にする人はほとんどいまい。設計の必需品になったのである。日本人としてはじめてCADAMに出会った機縁から、わたしの会社生活の最後はMICROCADAMの開発販売の会社を創業し経営を担当することになるのだが、CADの揺籃期から付き合っただけの3次元CADの実用化にいたるまでの35年間を振りかえり、いろいろな思いがよぎる。そして、CADAMというひとつのソフトのCADの興隆に果たした役割の大きさを改めて評価したいと思うのである。

9. “始めが大事” (Waterfall型とPrototype型)

システムを定義しプログラムを作ること、ソフトウェア作成は知的作業であり、人間のスキルや能力に大きく依存する。個々のミスが大きいエラーにつながり、システムに重大な影響を齎す。システムの大規模化に伴って効率的な開発方法が研究されてきたが、その中でプログラム構文の相互関連を明確にする構造化技術、開発の責任や分担に関してはアメリカ国防省が提唱したWaterfall型の方法論がよく知られている。後者はシステムの構想設計から始まって、要求定義、プログラミング、テストまで仕事を分化し次第に細密化して、個々の分担者の役割を明確に定め、上流から下流へ作業を逆流させることのないように開発を進める方法で、夫々の段階をSE(システムエンジニア)、プログラマー、コーダーなどが職種別に担当する。この方法の適用で確かに個々のミスは減り開発工程は改善されたが、完全と言うわけにはいかない。システムの利用者であるユーザーの要求を完全に理解し、正確に定義することはなかなか困難で、下流で構想が変更され、このため作業の逆流がおこり、作業のロスや工程の変更を余儀なくされ、下流の作業者はいつも不満がある、といったケースはしばしば起こる。考えてみれば、システムを作ることとは創造的な開発であり、開発は

構想を具体化することであるので、システムがより明確になるとより良い構想を求めて変更要求がでてくるのは自然である。また、個々の人間は安定していてミスを出さないという前提にたっているという意味で理想論でもある。

この反省から最近では **Prototyping** 型というパラダイムによる手法が注目されている。システム計画→要求分析→要求定義という上流工程をシステムの利用者であるユーザーとソフト開発の専門家がチームを組み、試行錯誤で構想を精密化することによってシステム構想を初期段階で出来る限り間違いのない明確なものにする、という方法である。このような新しい方法がでてきた背景にはソフト技術の進歩がある。データの流れとモデル、システムとデータ構造など全体のシステムの定義と相互関連の検証に必要な資料が対話画面に総合的に容易に作成・表示できるようになったからである。この手法を **CASE** (Computer Aided System Engineering) と呼んでいる。

以上の話から賢明な方はこれらの手法が造船のような受注型の工業が長年採用してきた **Waterfall** 型と自動車のような量産型の工業製品の設計・生産の方法、**Prototype** 型によく似ていることにお気付きになるであろう。受注型では構想設計や基本設計に全体の工数の僅か **10%** 程度しか使用されないが、全体の **70%** 以上の重要な決定がなされている。したがって、この上流設計に人員を増強し支出コストを増やして製品設計の検討を十分に行うことが、ミスの低減やコストの減少につながる。しかし大型の工業製品はプロトタイプを実際に作ることはできず、ときにミニチュアで代用する方法が採られる。ソフト開発の分野では **CASE** 手法

の発展で **Prototyping** を試行して成果をあげつつあるが、工業製品の設計では **3D modeling** や構造解析などの進歩と蓄積した設計データの援用でコンピュータ上にプロトタイプを構築できるようになってきた。このプロトタイプ、**Product Model** をもとに設計、資材、生産の担当者が相互に討議することで共通の問題意識をもち、初期設計の不具合から生ずる設計・生産のロスや混乱を防止することができる。受注型では設計と生産が平行して行われるので、設計データのインプットのタイミングが難しくこれが電算化の壁になっていた。この障害が取り除かれるという大きい利点も産まれる。

“始めが大事”，量産型の設計・生産の方法に接近するこの **Prototyping** への移行が受注型の工業製品の新しいパラダイムとして設計・生産の改善に大きい寄与が期待できそうだ。

著者プロフィール

川口 博

1931年生
大阪府大阪市出身
最終学歴：
大阪大学造船学科
1953年 川崎重工業(株)入社
1969年 造船管理部
電算企画課長
1979年 本社電算室長
1983年 理事
1984年 キャダムシステム創立副社長
1991年 技監
1996年 川崎重工業(株) 定年退職
1998年 キャダムシステム退職

