

## わが朋友のコンピュータ

武 田 洋\*

私が土木工学を専攻した動機は、きわめて簡単なことだった。高校時代、野球に熱中していた私にとって、将来の進路について自分で判断し決定できるほどの知識もなく、ただ漠然と工学部へいこうと考えていた程度であった。大学受験に際し、学科を選択する必要がある、担任の先生に相談にいったことを思い出す。そのとき、先生から“君は工学部へ進んで何をやりたいのだ”と尋ねられ、“私は何かをつくりたいと思います”と答えた。私の答えに対して、先生は“ダムをつくるのが土木工学でビルをつくるのが建築工学だろう”と返事された。そのとき私は“どうせつくるのなら大きなものを……”という明解な結論を出し土木工学を志望したのであった。現在考えてみると、ずいぶん乱暴な論理だったと思われるが、この論理のおかげで土木工学を専攻できた自分は幸運であったと感じている。

このような乱暴な論理の結果、法政大学に入学した私の学生生活は、大きなものをつくる土木工学の勉強より、むしろ大きな声を張り上げるための応援団のクラブ活動のほうが大きな比重を占め、工学部校舎よりも神宮球場や文科系校舎へ多くかよっていたように思われる。このような大学生活をすごしていくうちに、大学最後の4年目を迎えたわけであるが、このときに卒業論文のテーマを決定することとなった。そこで、私の重点を置いた事項はクラブ活動の最後を飾る応援団の夏期合宿と両立できるテーマを探すことだった。実験を必要とする卒業論文では、夏期休暇に実験を集中的に行なうために合宿への参加が不可能となるし、学校外の研究所などの機関で論文をまとめることは、履修科目を非常に多く残していた私にとって許されることではなく、残された道はただ一つであった。それは構造解析理論をテーマとすることであり、これが現在の私の方向を定めた論理であったことを考えると、高校、大学を通じて進路決定に際して乱暴すぎたと感じるが、この乱暴さに自分ながら感謝しているしだいである。

こうして私の選んだゼミは大地羊三教授の指導による電子計算機を応用し、構造解析法の研究を主体とするものであった。ゼミの初めての集まりで二つの困惑に直面したことを思い出す。まず第一の困惑は、大地先生が“ゼ

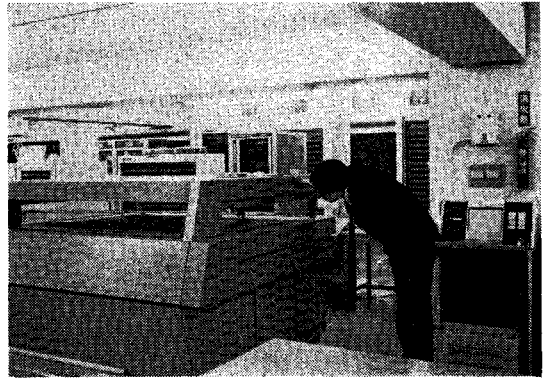
ミに参加する全員は電子計算機の勉強をしてもらおう”といわれたことであった。このとき私の頭の中に去来したものは、ラジオ、テレビなどの電気回路図であり、何のために土木工学で電気回路の勉強をする羽目になるのか皆目見当がつかなかった。もう一つの困惑は、ゼミに参加した全員が自分の希望を述べ、それに従って自分の卒業論文のテーマを定めるときであった。このときに同級生が希望するテーマのなかに、私の初めて耳にする言葉がかなりあり、格子桁、ギオン・マソネなどさっぱり何を意味するのか理解できず、“ギオン”などは“祇園”なのかしらんなどと思ったりしていた。このような私が選んだ卒業論文のテーマは曲線桁の解析であり、ドイツの雑誌からの2つの曲線桁に関する論文を先生から渡され、これを訳し電子計算機を用いて解析することとなった。このとき、教養課程で勉強したはずのドイツ語はさっぱり頭の中になく、当時私の所属する応援団の隣りに部屋のあったドイツ語研究会の会員に辞書の引き方から教えてもらい、動詞、形容詞、副詞などの区別もなく、曲線桁の論文について辞書を引き、やみくもに訳していた。また、電子計算機に関する勉強は、電子計算機本体（ハードウェア）から、その応用方法（ソフトウェア）へと講義が進むにつれ、徐々に何のために電子計算機に関する勉強が必要であるのかが理解できるようになってきた。こうして、自分のテーマを電子計算機を用いて解析することとなったが、当初は解析よりもプログラム作業を行なうのに大変な時間が必要であった。電子計算機の持つ厳密さと自分の不正確さの争いであったようだ。不正確さが厳密なものに対して勝つことができるはずはなかったが、ここで私の得た体験は、厳密な電子計算機は、自分の道具として使おうという結論を導いてくれた。ただ現在、電子計算機の厳密さということを考えてみると、これは利用者に依存するものだと思うが……。このように盲滅法のうちに電子計算機を用い、卒業論文を進めていくうちに、構造解析や電子計算機を応用する技術の中に、何か面白そうなものがありそうだと思うようになってきた。しかし、一方で自分自身の大学生活におけるいままでの不勉強さを、つくづくと感じさせられたものであった。この“感じ”が修士課程へ進む原因であったのだが、卒業すらも危ぶまれていた私にとって、大学

\* 正会員 センチュリーリサーチセンター 研究員

院への希望を述べることはあまりにも図々しく、いくぶん恥しいことであった。しかし、蛮勇を奮って大地先生に相談しにいったことを思いだす。

大学院では、高度な構造力学の勉強よりも学部時代の復習から出発しなければならなかった。“せん断力”を自分なりに理解するのにずいぶん時間をかけたりしていたが、また一方、マトリックス構造解析法を理解するために行列の勉強から必要であった。学部時代、構造力学で行列表示を用いてすすめられた講義はまるきり歯がたたなかったが、そうもいってられない気持ちでいっぱいだった。修士論文では、土木工学の分野において古くから用いられてきた“たわみ角法”と、電子計算機の発展とともに普及しつつあった“変形法”との比較にとりくんだが、この論文をすすめていく過程で、私は構造力学における仮定の重要さということと、構造物自体とその数学的モデルの持つ意味という基礎的な事項を教えられたと思う。また、電子計算機を応用する場合、いままでの手法をそのままにプログラムする以前に、基本にたちかえり、電子計算機という道具と一緒に考えてみる姿勢が必要であるという態度の重要さを感じさせられた。またこのころ、有限要素法という言葉を知ったように思う。カリフォルニア大学の Clough 教授が来日し有限要素法の講演があり、これに参加した私は非構造的な応用例に対して、ちんぷんかんぷんであった。

修士課程を修了し、コンピューター・センターである現在の会社に就職した動機は、大型の電子計算機を自分の専門分野で自由に使ってみたいという希望と、土木工学の分野と電子計算機の分野との中間的な役割があるように思われたからであった。入社してから3か月は、ほとんど“プログラミング”の勉強ばかりだった。学生時代に自分なりに構造の問題について電子計算機を利用していたが、実際に機械語やアセンブル言語などを用いてプログラムするのは初めてであり、非常に興味を感じた反面、それに費やす労力をつくづく知らされ、FORTRAN, ALGOL などというプログラム言語の存在しないころ、土木工学の問題に対して電子計算機を応用しようと試みた先駆者たちの払った労力は想像を絶するものであったろうし、かつては“プログラマー”の助けが非常に大きなものだったろうと思ったりしていた。またこのころ、コンピューター用語について、その不明確さや直訳的表現を好きになれず疑問さえ感じていたが、現在考えてみると、これは程度こそ違え各分野に共通なことであり、門外漢にとっては初めての用語に対してそのような印象を持つものだと思う。たとえば、電子計算機用語で“機械語”という言葉は、機械（電子計算機）が理解する言語という意味であるし、これを理解するためには、電子計算機の内部で基本的な命令が、どのよう



これは私にとって“現場”みたいなものです。計算室にはまれにしか入室しませんが、新しいプロッターの能力を“肌で感じている”のがこの写真です。

に解釈され、実行されるかを知る必要があろう。また一方、土木工学の分野にもこのような専門用語は多い。たとえば“断面力”という用語でも、応力という概念とそれの一般化という工学における方法を知ることにより、その意味が把握できよう。ある門外漢は、“機械語”とは機械が話す言葉だと思うかも知れないし、他の門外漢は“応力”とは応用力学と思うかも知れない。土木工学の分野は広く、他の工学分野との関連も多く、これは今後、さらに増大するだろう。そのときの言葉は、“立米”よりも“立方メートル”ではなかるうか。

現在、私が土木工学と接しているのは解析を通じてであるが、電子計算機を応用した解析技術の発展は、急激なものがあると思われる。私が入社以来3か月の講習を終え、初めて取り組んだものは“有限要素法”による構造解析プログラムの開発であった。初めてのプログラムを作成していく段階で、私のプログラムでは平面応力場と平面ひずみ場の問題に対して同じ計算結果が得られてしまい、幾度再計算をしても変わらないことがあった。弾性論の教科書をいくら読んでそのようなことは書いてなく、プログラムをチェックしても間違いなさそうだった。結局は自分では平面応力の計算を行なっているつもりが、プログラムの間違いで計算機は平面ひずみの計算を実行していたわけであったが、このときほど、弾性論の教科書をくりかえし読んだことはなかったようだ。また、自分の問題を効率よく解くために連立一次方程式の解法を自分なりに変更する必要もあったし、またアセンブル言語を用いて計算スピードを上げようと努力したこともあった。このころ約2000元ぐらいの方程式を解くのが精いっぱいであり、吊橋基礎の解析を行なったとき徹夜で計算を行ない、データの間違いでまたやりなおしなどということを繰り返したことも一度や二度ではなかったようだった。

こうして、種々の構造に対して、その解析のためのプ

プログラムの開発へとすすんでいったわけであるが、このころの私にとって一番の問題は、構造力学に関する事項よりも、プログラムの効率や数値計算の手法に大きな努力を投わなければならない点であった。自分は土木技術者のつもりが、いつのまにかプログラマーになってしまったのだろうかなどと考えたりしていた。しかし、一方、この時期が構造の挙動というものを、数値計算をとおして教えられたのだと思う。定量的なデータから定性的な現象を理解していこうというのが私の姿勢だった。しかし、複雑な計算をした結果が、はりに置換して計算した私の手計算とほぼ一致したときの驚きと、“はり理論”の美しさを感じたこともあった。また、数値計算上の誤差が問題となり、この傾向を理解するためにも数値実験が先だった。この傾向を理解するべく誤差論や線形代数の勉強をしたときにも、誤差と構造物の特性が大きな関連があり、この関連を定性的に結びつけているものが数学であるという感じを得たとき、いままでなにげなく書いていた数式に顔があるのだなあと思わせられた。

解析の範囲が線形な弾性構造物の解析から、非線形な解析および熱伝導などの非構造解析へとすすんでいくにつれて、土木工学の分野の広範囲さをつくづく知らさ

れ、また、これからも知らされるだろう。かつて構造材料を特徴づけるものは弾性係数とポアソン比だろうと考えていた私にとっては、大学時代にコンクリート工学で学んだクリープなどという現象は、あまり関心がなかったが、構成方程式というものを通じて、自分の態度が反省させられた。

また、変位やひずみが微小である必要はないし、微小理論というものが一般論の近似にしかすぎないことを知らされたとき、自分の現象に対する先入観が危険なものであったと反省させられた。熱伝導という現象も構造解析と非常に類似しているが、これを肌で感じたのも実際に解析に携さわったときだった。熱伝達が弾性支承と同じようなものと理解できたときの面白さは、いまでも忘れられない。

私のような初学者にとって、土木工学のもつ広範囲さははかり知れないものであるが、電子計算機という一つの道具をとおしての私の雑感をとりとめもなく書いてきた。私の専門からこの道具を考えてみると、この道具をうまく利用することにより、土木技術者が本来の自分の仕事に対して、最大の努力を払えるようになると信じている。

## 土木計画学講習会テキスト ●土木計画学研究委員会編●

・1968・8 開催 **1** 1100円 ●価格改訂  
●B5・122頁 **1** 1000円 ●会員特価千140円

●土木計画問題のシステム化——ネットワークシステムを例にとって——/吉川和広 ●調査方法および資料整理/高橋 裕 ●道路計画の基礎資料/山根 孟 ●将来予測論/加藤 晃 ●港湾の整備計画/高田陸朗 ●都市の一般用水需要の将来予測/首藤和正 ●

1969・9 開催 **2** 1200円  
●B5・122頁 **2** 1100円 ●会員特価千140円

●調査計画法/河上省吾 ●情報の抽出と予測/中村慶一 ●土木計画のための線形計画法/吉川和広 ●バイパス計画の実例/稲見俊明 ●水資源計画の手法/佐々木才朗

1970・7 開催 **3** 1200円  
●B5・132頁 **3** 1100円 ●会員特価千140円

●都市計画の数学的手法/五十嵐日出夫 ●観光計画の手法/鈴木忠義 ●建設工事のための割当て問題/吉川和広

●待ち行列の理論とシュミレーション/越 正毅 ●工程管理のためのネットワーク手法/河原畑良弘 ●PPBSと公共施設計画/倉島 収 ●

1971・8 開催 **4** 1200円  
●B5・136頁 **4** 1100円 ●会員特価千140円

●上下水道における最適化手法/末石富太郎 ●内藤正明 ●宅地造成における最適化手法/河原畑良弘 ●鉄道計画における最適化手法/岩橋洋一 ●港湾計画における最適化手法/工藤和男 ●

1972・9 開催 **5** 1100円  
●B5・88頁 **5** 1000円 ●会員特価千140円

●費用便益分析の理論的背景/阿部 統 ●公共投資における経済分析/大塚友則 ●交通計画における費用便益分析/菅原 操 ●水資源計画における費用便益分析とコストアロケーション/佐々木才朗 ●道路計画における費用便益分析/山根 孟 ●港湾計画における費用便益分析/川崎芳一 ●

## 土木計画学シンポジウム **1** ~ **6**

700円より 1100円まで  
(千各140)