

情報工学を学んで得た 論理的思考能力は コンピュータ業界に限らず 社会で生きる

理工学部情報工学科／コンピュータ設計研究室

古屋 清 教授

Kiyoshi Furuya

読者の皆さんにハッキリ言っておこう。古屋先生の話は、大学に入ってコンピュータを勉強したい、あるいは興味があり、そこそこの知識を持っているという人でなければ、難しくて読みこなせないかもしれない。しかし、これが現実に大学で行われている研究・教育なのだ。もし、分からない専門用語があったら、コンピュータ関連辞書や、インターネットを利用して調べるくらいの熱意を持って読んでいただきたい。



コンピュータは必ず壊れる
それを前提にして
防御システムを構築

大学の教員は、高校の教員と違う点がある。大学の教員は高校の教員同様、学生に対する教育者でなければならぬ。しかし、一方では、自身が専門分野の研究者として活動を

しなければならぬ。古屋先生は研究者としてどのような顔を持っているのか、研究分野は何なのか、そこから記者は聞いた。

古屋先生は一枚の紙を記者に渡し、説明を始めてくれた。

「そこに書いておきましたことがメインです。ディペンダブルコンピュータインテグレーション、またはフォールトトレ

ラントコンピュータインテグレーションが私のテーマです」

うおっ、さっぱり分からない。事前に読んでおいた資料など何の役にも立たない。このインテグレーションはどうなってしまうのか、記者は不安感でいっぱいになった。

「先生、すみませんが、もう少し具体的にお話しいただけませんでしょうか」(汗)

「ははは、そうですね。ちょっと高校生の皆さんには難しかったかもしれませんが、平易に言えばコンピュータの信頼性を上げようとするための研究です。言い換えれば、コンピュータの故障対策について研究しているのです。」

まず、すべてのコンピュータは必

ず壊れるという前提に立ちます。その前提を元に、『壊れたときにどうするのか』を考えます。壊れないようにするのも研究テーマですが、どちらかと言えば『壊れてから』の方が私の守備範囲です。壊れなくすることも含めた、コンピュータの信頼性向上の研究、それがディペンダブルコンピュータインテグレーション、またはフォールトトレラントコンピュータインテグレーションです」

コンピュータが壊れる——それはどのような状況を指すのであろうか。記者は聞いた。すると、先生は卓上のパソコンの画面を指さして「これを見てください」と言う。

「これが実際に壊れかけている例です。OSはWindows Meですが、ディスク上のイメージがおかしくなっている、文字化けが起きていますね。この程度ならすぐに直せますが、そうでなくディスクの内容がだんだん破壊されていくというような格好でおかしくなっていくケースもあります。まあ、プロセッサが完全に壊れてしまうことはあまりないのですが、皆無ではないのです。」

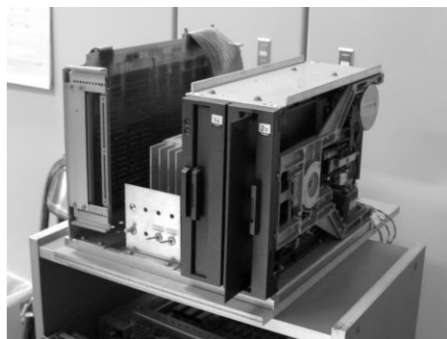
コンピュータが壊れるというのと、皆さんはウイルス感染を思い浮かべ

られるでしょうが、それだけではありません。まず、コンピュータのメモリはアルファ線の影響があると必ずエラーが起きます。アルファ線はメモリのパッケージ中から出るもので、これはどうしようもない。また、宇宙から飛んでくる物質が影響をもたらす場合もあります。これもほとんど防ぎようがありません。そこで、前述したように『コンピュータは必ず壊れる。壊れた後をどうするのか』が大切になるのです。対応策としてはいろいろありますが、2台以上のコンピュータをつないで、1台が壊れても他のコンピュータでバックアップをとるというの方法です。スペースシャトルなどは4台のコンピュータで計算結果を照合しあっています。」

それと、(卓上のコンピュータを指し)このコンピュータのように、複数のOSをパーティションとして使用することです。このコンピュータの場合、OS (Windows Meの場合)を指さしながら、構造をデスクトップに呼び出し、ふだん使うOSがこれ、隣が危なくなったときに使うOS、そしてバックアップ用がこれです。読者の皆さんの中には、コ



ふるや きよし
1948年8月9日、山梨県生まれ。1966年東京都私立桐朋高等学校卒業。1975年東京工業大学大学院理工学研究科修士課程修了。1977年東京工業大学大学院理工学研究科博士課程単位取得退学。東京工業大学工学部助手。1985年中央大学理工学部専任講師。1986年同助教授。1990年同教授。専門分野はコンピュータ工学、フォートトレラントコンピューティング(コンピュータの耐故障設計技術)。主な担当科目はコンピュータ設計特論(大学院)、符号理論と耐故障設計



古屋研究室。内部がむき出しになったパーツがごろごろ。先生自ら作ったものもあるという

古屋先生の研究室は3分の1が大学院進学

記者が次に聞いたのは、古屋先生の教育者としての面である。情報工学科に入った学生はまず、何を学ぶのであろうか。

「私はコンピュータの構成や、それを設計するための基礎である論理設計を教えています。このソフトウェアとハードウェアをつなぐところに命令セットというのがあります。命令セットはプロセッサが実行できる命令の集合であり、すべてのソフトウェアはコンピュータの中で、それらの機械語の命令で書かれています。命令セットやコンピュータ全体の構成を定めるのはコンピュータアーキテクチャという分野です。また、プロセッサが個々の命令を実行できるように設計するにはレジスタ転送レベルの動作と呼ばれる、より細かい動作を考える必要があります。これからアーキテクチャやプロセッサの設計法などを『コンピュータ設計』という授業で教えています。また、プロセッサなどのデジタル装置はAND演算やOR演算を行う論理素子

読者の皆さんに画面で見えていた大きかった(残念ながら映像はない)。しかし、古屋先生の研究内容のディテールはお分かりいただけだと思うか、これ以上は大学で情報工学の勉強をしないとほぼ理解不可能だと記者は感じた。

によって実現されるので、そのための論理設計の方法を『デジタル回路』という授業で教えています」

こういった理論を入学してきた学生に勉強してもらい、徐々にレベルアップしていくという。

「4年生の授業では『符号理論と耐故障設計』を教えています。耐故障設計はfault-toleranceの日本語訳ですが、フォールトトレランスという言葉も一般的になっていきます。その中で耐故障化について教えるのですが、それについて少し話しましょう。コンピュータの中では、数は通常32ビットで表現されます。この32ビットを情報部として、それに8ビットの検査部を付加すると単一ビット誤りを訂正できて、2ビット誤りを検出する符号が構成されます。最近では、パソコンも1Gバイト程度の大きなメモリを積むようになってきているのでこのような符号によってメモリの内容を保護するのは不可欠になっています。また、ハードディスクやCD-ROMでは、通信に使われるようなより強力な符号が使われています。故障やそれによって引き起こされる誤りに対処するにはこのように「余分なもの」を付ける(検査部の



ディスプレイにいろいろな画面を映し出して、記者に説明する古屋先生

高校時代は全ての教科・科目をきちんとやっておくこと

大学入学後の勉強の基礎ができる

今度は、記者がいつも疑問に思っていることを聞くことにした。情報工学は数学を基礎とした学問分野である。しかし、大学の情報工学科で使う数学は高校とは似て非なるものではないだろうか。古屋先生に聞いた。

「そうですね。ひとつ例をあげましょう。

「次のxを求めよ」

$$x \equiv 2 \pmod{a1} \quad \text{mod } 3 \pmod{m1}$$

$$x \equiv 3 \pmod{a2} \quad \text{mod } 5 \pmod{m2}$$

これは連立合同式と呼ばれるもの

でa1, a2, m1, m2で一般的な値を表します。

解の一意性は古くから知られており中国人の剰余定理(前漢時代「孫子算経」と呼ばれています)。

●数学の本ではたいいてい、 $0 \leq x \leq m \equiv m1 \times m2$ の範囲で解の一意性が保証されることが書いてあります。

●情報工学では「いかに解くか」が問題となります。

m2を法とするm1の逆元をn1とする
と公式により(この場合、5を法として $3 \times 2 \equiv 6 \equiv 1$ なので3の逆元はn1≡2)。

$$x \equiv a1 + m1n1 (a2a1)$$

$$\equiv 2 + 3 \times 2 (3 \cdot 2) \equiv 8$$

となります。この場合には数が小さいので簡単に計算できますが、暗号の鍵として使われる100桁くらいの大きな数を少ない計算量で求める方法が重要となります。数学では一定条件の下で逆が存在するのは明らかという立場で、どのように計算するかはあまり関心がありません。実際にはn1はユークリッドの互除法を改良した方法で求めることができます。

付加や2重化、3重化) 必要があり、耐故障設計は冗長化技術とも呼ばれています。

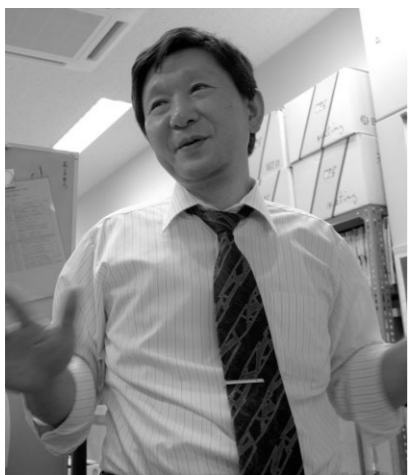
最後は卒業論文ですが、学部段階では『デジタル回路』という授業が必須になっていますので、論理設計に係わるプログラムを作るというテーマが多いです。しかし、全体的には多種多様です」

こういった学問を学ぶと、学生はどのようなスキルを得ることができようだろうか。また、将来の進路はどういったところが考えられるのだろうか。

「学生は学んだ論理回路の設計法、論理関数、論理設計など、論理的思考能力を養いますので、コンピュー

タに関することだけではなくいろいろな問題を解決するのに使えるのです。ただし、4年間の学部だけの授業では専門的なスキルを身につけるのは困難です。学部で基礎を作り、大学院で専門を学ぶという考えの学生も多く、3分の1くらいは大学院に入りますね。学部卒業者の場合は、いわゆるソフトウェア会社が結構多いです。SE職に就く人が多いようです。今後は電子化された金融関係企業、画像処理を扱う出版社などが考えられるでしょう。

「特別なこととは何もしなくてほしくないですね(笑)。高校生の授業、数学・英語・国語・社会・理科・体育など全般をしっかりとやってください。もちろん、数学とか英語など、大学に入ってから必要とされる教科はしっかりとっておけば当然役に立ちますが、即効薬にはなり得ません。だから高校のときは基礎的な学力をつける、それだいたいと思います。専門的なことは、入学後にわれわれ教員がきちんと教えますから」



「大学ではコンピュータリテラシーではなく、理論を教えます。即戦力としては専門学校に分があるかもしれませんが、長い目で見れば、大学で理論をしっかり身につけることでどのような変化にも対応できるように」と古屋先生