

教科書  
なんかで  
覚えるから

頭でっかち  
になるんだ

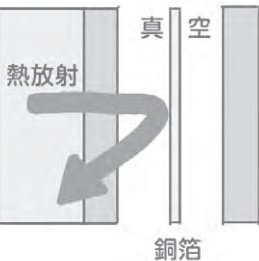
私たちが熱解析の  
パイオニアになろう!

# 私、熱解析 はじめました。

熱解析になん  
いられるか

うーん、やっぱりこれまで  
設定してたP-Q特性とは  
違ってる…これ使って  
もう1回計算してみよう

多大かりあつてくれた  
東島さんに感謝だね



よかった…  
これまでの解析には  
影響なかった…

じったり

菊山さんに  
「熱流体解析」  
を担当して  
もらうよ

それ、まずい  
んじゃないの?

熱解析で大事なのは  
発熱密度じゃないのかな

# はじめに

みなさんのなかで、学生時代に熱解析に触れたことがある人は、おそらく少ないのではないのでしょうか。

なかには伝熱工学の授業を受講していた方もいらっしゃると思いますが、多くのみなさんの場合、業務で熱解析を行うことになってから、初めて熱と真剣に向き合うことになるのではないのでしょうか。

設計現場では常に学ぶことが膨大で、熱だけでなく、流体のことも知っておく必要が出てきたりと、アンテナを張り巡らせる毎日にちがひありません。

そして、いざ設計現場で熱解析を始めることになったら、社内の先輩方から教わることもあれば、何もない状態から自ら立ち上げることもあるかもしれません。

昔に比べればソフトウェアの難易度は下がり、徐々に認知度が高まってきたこともあり、熱解析を含むシミュレーションツールは身近なものになりつつありますが、やはりこれからソフトウェアを使っていく人にとっては、本当にうまくいくのかという不安な気持ちがあるのではないのでしょうか。

これまで多くの方の熱解析を始めるところから設計に役立てていく様子を見てきましたが、みなさんに共通した苦労や悩みがあるように感じます。それは1人で始める孤独感であったり、解析を行う上での落とし穴であったり、周囲の人に熱解析の価値を知ってもらおう苦労などさまざまです。本書はこれまで私がめぐり逢った人々やそれにまつわるエピソードを菊山さんという架空の人物に投影させた物語です。

残念ながら本書を読破しても熱解析がすぐにできるようになるわけではありません。しかし、落とし穴を先回りして見つけることができたり、解析をする上でのヒントが見つかったりするかもしれません。また、物語に登場するたくさんの“解析あるある”を通じて、共感を得たり、励まされたりすることがあれば嬉しいなと思っています。

肩肘を張らず気楽に読んで頂ければ幸いです。それではどうぞお楽しみください！

# もくじ

はじめに .....	2
主な登場人物 .....	6

## 第1章 私が熱解析担当者!?

1-1 「リケジョ」のキャンパスライフ .....	10
1-2 ここから始まる長い社会人生活 .....	16
1-3 辞令① CAE部門勤務を命ずる .....	20
1-4 辞令② 熱解析担当者に任ずる .....	24
大学における研究と企業におけるCAE .....	30

## 第2章 知らないことが多すぎる…

2-1 もっと知りたい、CAEのこと .....	34
2-2 もっと知りたい、熱のこと .....	40
2-3 もっと知りたい、流れのこと .....	46
2-4 もっと知りたい、熱設計のこと .....	52
菊山さん、まずは、これだけおさえましょう！ .....	58

## 第3章 魔法の道具じゃなかった…

3-1 「リケジョ」×「熱パック」 .....	62
3-2 解析ソフトは使いこなしてナンボ .....	68
3-3 雨の日も、晴れの日も。 .....	74
3-4 「ミッション」×「パッション」 .....	80
菊山さんと考える、CAE担当者の職業倫理 .....	86

## 第4章 作り手の顔が見えるって頼もしい

4-1 技術って、人なんだ。 .....	90
4-2 慣れてきた時が、一番危ない。 .....	96
4-3 便利は不便、不便は便利。 .....	102
4-4 ラテラル・シンキング！ .....	108
熱パックが登場するまで .....	114

## 第5章 設計とCAEの間を行ったり来たり

5-1 「実験」×「解析」 .....	118
5-2 気づいて、受け入れる。 .....	124
5-3 感情は、論理的ではない。 .....	130
5-4 ものづくりは、ひとづくり。 .....	136
類は友を呼ぶ .....	142

### 熱にまつわる四方山ばなし「ちなみに…」

まずは、歴史に学んでみましょう！ .....	8
さあ、道を究めていきましょう！ .....	32
数値計算のむかしばなしって、おもしろい！ .....	60
見えることって、おもしろい！ .....	88
「ちなみに…」で心をつかみましょう！ .....	116

# 主な登場人物

株式会社  
鈴木電機

CAE技術部



東島



菊山



稲田



向井戸

電子機器事業部



新島



南野

株式会社  
ソフトウェア  
クレイドル



久保



山川



美藤

翹町大学



月島

## まずは、歴史に学んでみましょう！

大学で理系科目を専攻したみなさんにとって、「熱」という言葉はお馴染みかもしれません。

人類の生活、その衣食住において、さまざまな「熱」との関わりは、はるか昔から欠かすことのできないものだったことは想像がつきます。

そこで、暮らしのなかでも頻出する「あたたかい」「つめたい」という言葉、その基準となる「温度」を測定する温度計に着目してみると、おおよそ400年前に発明されていることが分かります。

そこから、今度は学問に焦点を当ててみましょう。ものづくりにおいて、「熱力学」「伝熱工学」の果たす役割は、ますます大きくなっています。

今から300年前の18世紀に熱機関が発明され、イギリスの産業革命は、その50年後の、18世紀半ばから19世紀にかけての出来事でした。そして19世紀になると、カルノーさん、マイヤーさん、ジュールさん、といった先人の研究により、「熱力学」の発展が遂げられ、また、1820年代には、フーリエさんが熱伝導の研究を行っていたと言われています。ここから、「熱力学」も「伝熱工学」も、おおよそ200年前からの学問であったことが分かりますよね。

昨今、ものづくりにおいては、エンジニアリングとデザインの垣根がなくなってきていると言われています。そして、その歴史を見ると、やはりデザイン史も、160年～200年ほどと言われています。

そう考えると、私たちの日々のお仕事も、「200年後の2200年に、どのような影響を与えられるのか」ということを意識することで、過去、そして未来と、時空を超えたつながりを感じることができるような気がします。

なんだかワクワクしてきませんか？

# 第1章

## 私が 熱解析担当者!?





# 1-1 「リケジョ」のキャンパスライフ

菊山さんが在籍する麹町大学理工学部機械工学科では、エンジニアリングの現場で活躍できる人材の輩出を目指し、さまざまな取り組みが行われています。女性の割合は1割~2割とまだ少ないですが、「リケジョ」の活躍も目立ちます。

私は菊山涼子。  
麹町大学理工学部  
機械工学科  
3年生です

実験・授業・家庭教師のアルバイトに  
忙しい毎日を送っています

実験  
授業  
家庭教師の  
アルバイト

サークルは麹町レーシング。  
学生フォーミュラ大会にも出場  
しています。私は広告担当です

スポンサーとなっていたくため、  
広告出稿のお願いをしに走り回っています

小泉さん、  
そこを  
何とか!

よろしく  
お願い  
します!

そこまで頼まれちゃあ、  
断れないなあ。  
よしわかった、応援するよ

ありがとうございます!

今年も何とか資金が  
集まり、無事9月の  
大会に臨めそうです

大会まで(優勝)  
あと2ヵ月!!

告知会  
7/19 3時館  
201

※部費等納分  
今月中に

ある日の部室

今年、  
忙しそうだな

ああ、就活  
始まるしね

カギは  
車体設計  
だな

空力解析  
もね

今のところ順調に  
流体解析できてるよ

CAE、使ってみると  
マジすげーよ!  
オレ、就職もそっち  
に進みたくてさ

私はCAEより  
企業の人と話すほうが  
楽しいかな…てゆうか  
そろそろ就活のこと  
考えないと…

その夜

ケーキ  
用意したので  
お茶に  
しません?

菊山先生!

そういえば菊山先生は  
もうすぐ就活だったね

僕はメーカーの  
採用側だけど…、  
大会でやっている  
ことをアピール  
したら高く評価  
されると思うよ

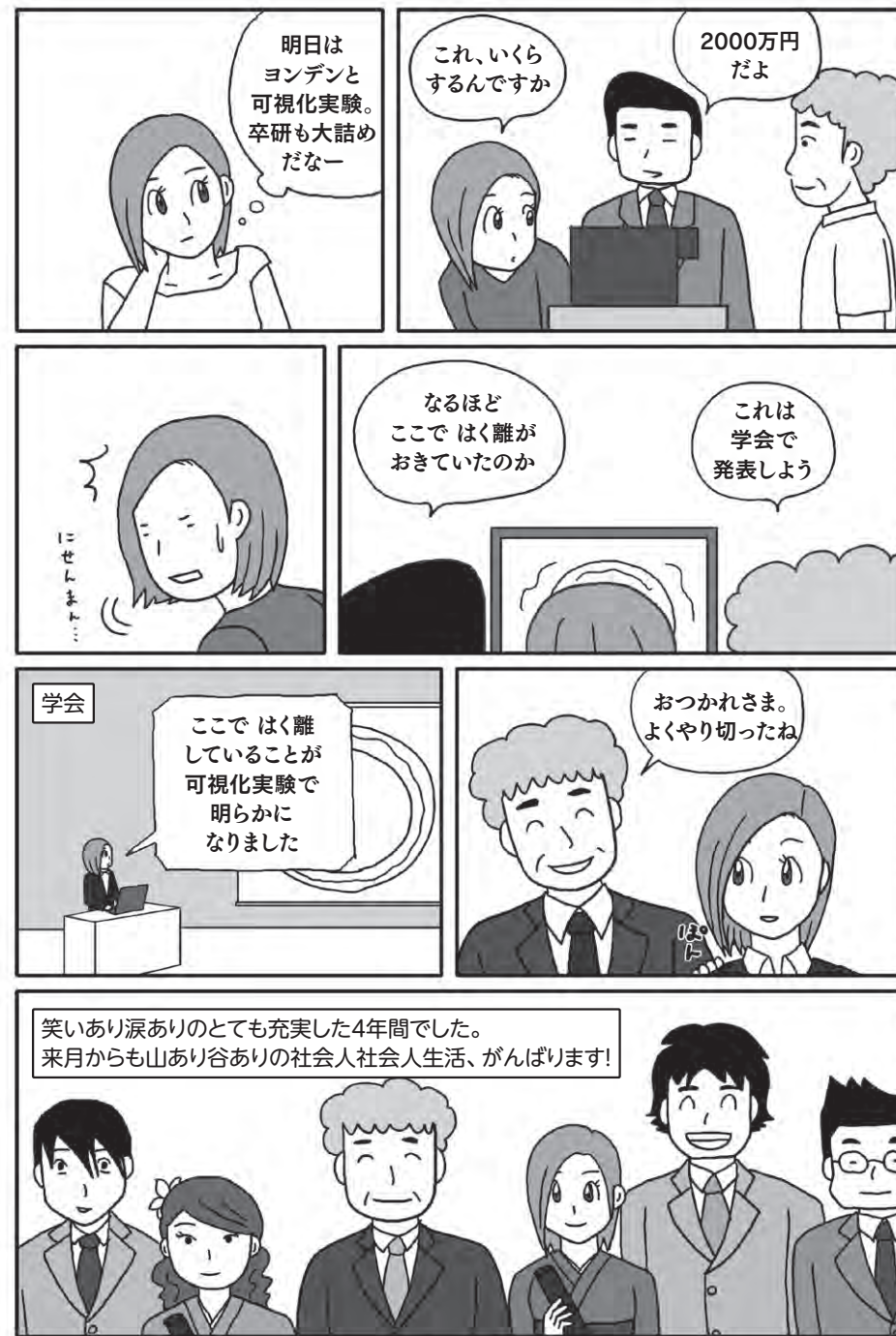
は、はい!  
がんばり  
ます!!

今はとりあえず  
大会に全力  
投球しなきゃ  
だな…





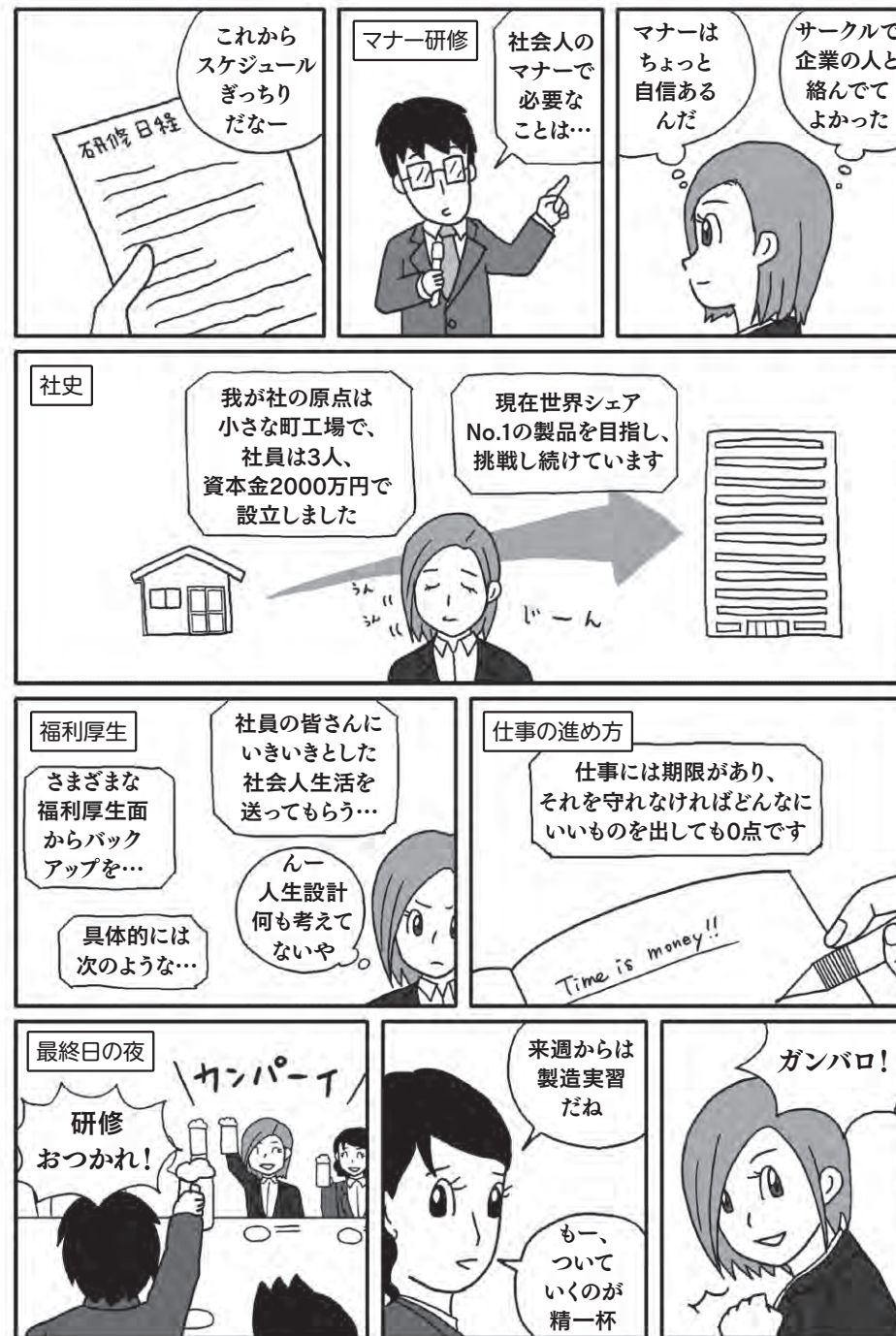




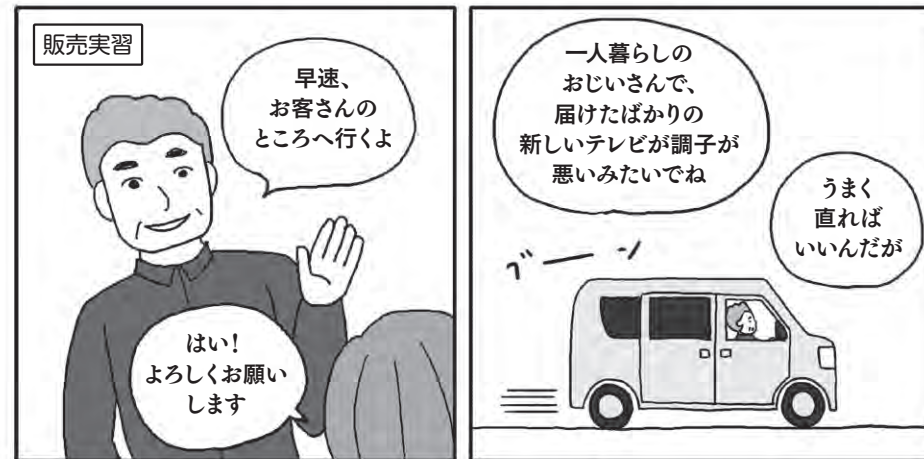


# 1-2 ここから始まる長い社会人生活

社会人の仲間入りを果たした菊山さん。これから始まる新人研修では、さまざまな知識の吸収、自社の製品が扱われている販売現場の体験など、ビジネスパーソンとしての土台を築いていきます。ここで共に過ごす同期との絆は一生モノです。









# 1-3 辞令① CAE部門勤務を命ずる

最初の配属部署が発表される時はドキドキします。思っていたとおりの人、予想外の配属先だった人、いろいろなケースがありますが、与えられた場所で、人との出会いを大切に目のお仕事に邁進すれば、自ずと専門性は高まります。





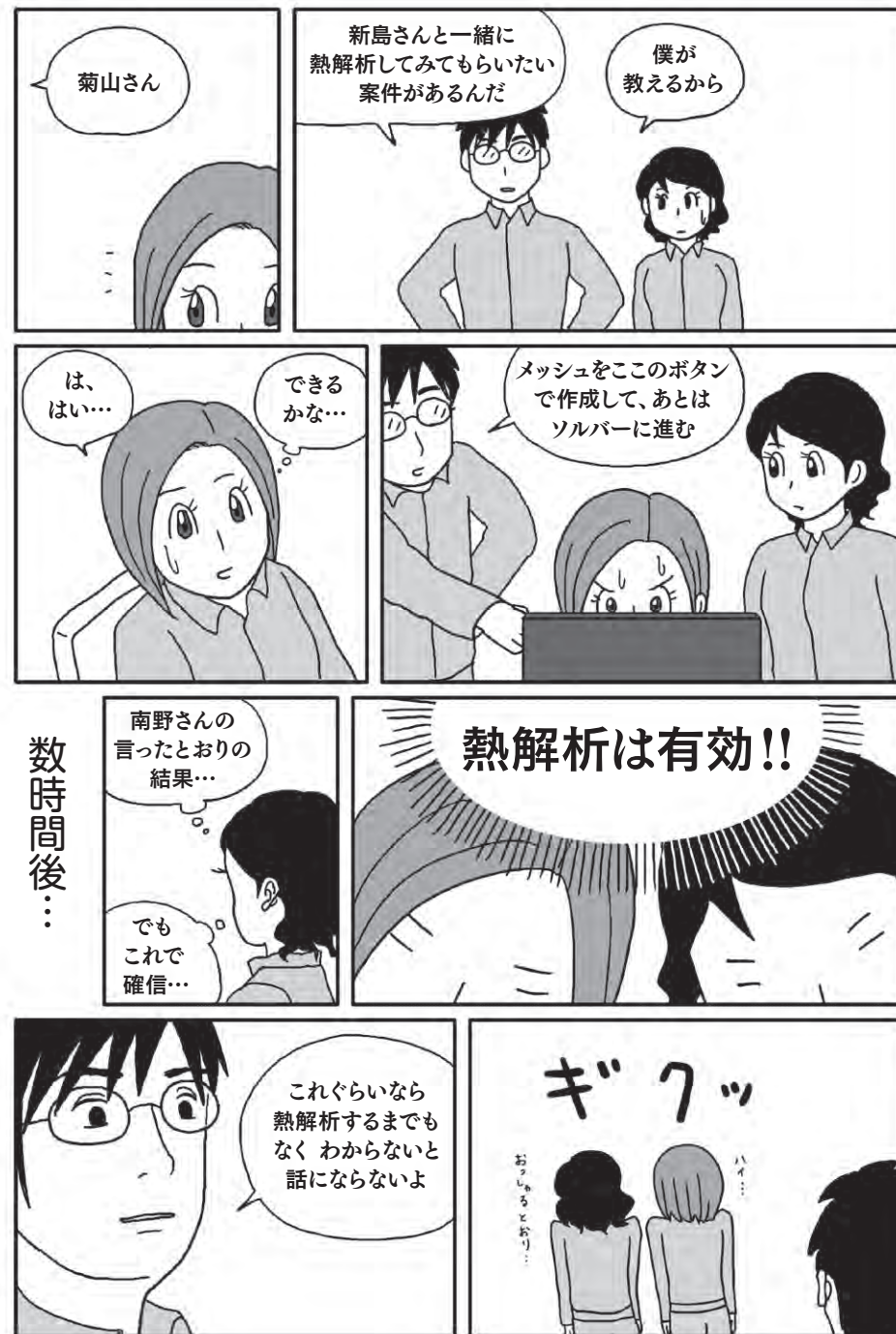


# 1-4 辞令② 熱解析担当者に任ずる

CAE 部門に配属された菊山さん。一言で解析といっても、構造解析、流体解析、音響解析、光学解析、電磁場解析など、幅は広いです。社内の設計現場におけるニーズや重要度から、果たして菊山さんが任せられるのは……。













## 大学における研究と企業におけるCAE

### それぞれの役割

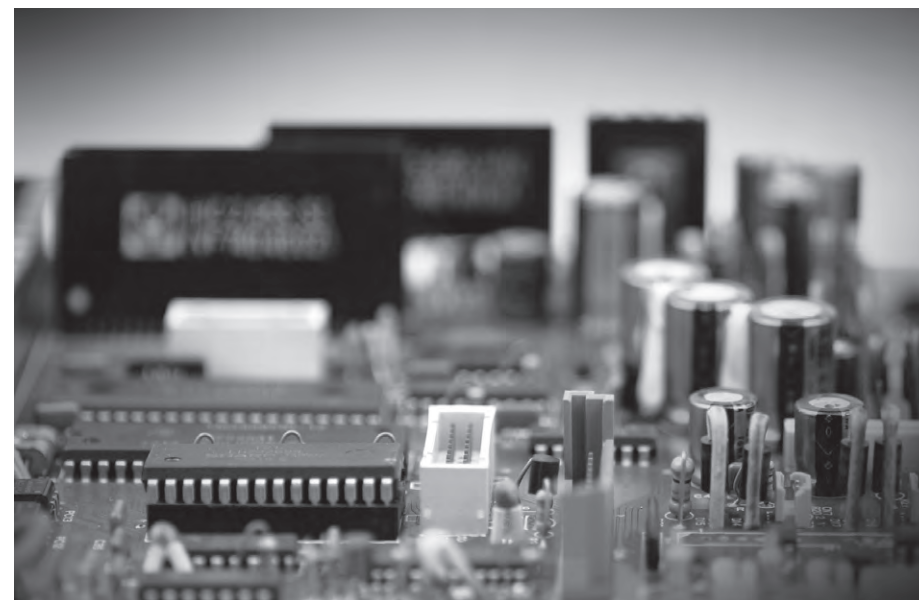
菊山さんのように、学生時代の卒業研究や授業では、あまり CAE に馴染みのなかった人も多いのではないのでしょうか。けれど、それほど気にすることはありません。大学での研究、例えば新しい理論やアルゴリズム、また物理モデルの研究といったものと、企業における CAE や熱解析の現場は、相互補完の関係にあり、お互いの強みを生かし合うことができるのです。たとえ学生時代には縁がなかったとしても、CAE ソフトウェアにおける新物理モデルの搭載、また既存物理モデルの改良というかたちで、大学における最先端の研究成果とつながることができます。また、大学での CAE といえば、昨今では「鳥人間コンテスト」「全日本学生フォーミュラ大会」の各チームでも、企業顔負けのさまざまなシミュレーションが実施されています。これらは「リケジョ」のみならずもたくさん参加している学生生活の一大プロジェクトであり、CAE による性能評価を通じて、また「ものづくり」の全プロセスを経験することで、一人のビジネスパーソンとしても非常に貴重な経験を積むことができるため、将来のエンジニア育成に大きく寄与しています。

### 産学連携とCAE

産学連携という言葉が広く普及した今、大学における流体研究、伝熱研究も、エンジニアリングの現場を強く意識したものが多く見られます。例えば、CAE とともに実機の可視化実験を行いたいときには、可視化装置を備えた大学との共同実験という形式で知見を得られるケースもあります。また、昨今では大学の研究室で汎用熱解析ソフトウェアを導入しているところも多いですので、そこでの経験を生かして将来 CAE エンジニアを目指す人も中にはいることでしょう。その他にも、ソフトウェア

#### 目からウロコ!

筆者が所属していた大学の研究室は、「鳥人間コンテスト」の制作現場でもあり、また、「全日本学生フォーミュラ大会」の技術支援もしていたため、そのハードな活動内容を連日連夜、目の当たりにしていました。それだけに、本番が終わったあとの達成感はかなりのもので、メンバーの多くは卒業後も、さまざまな分野の設計者、エンジニアとして活躍しています。



ベンダーのソフトウェアエンジニアとして、流体解析、伝熱解析、音場解析などの物理モデルの研究や、プリプロセッサやポストプロセッサの開発を行うケースもあります。ここでも、大学における機械工学、流体力学、物理学、数学、プログラミング、といった知識を複合的に組み合わせることで、エンジニアリングの現場で「ものづくり」を支え、価値ある製品、オンリーワンの機能を提供することが可能となってきますので、間接的な産学連携と呼ぶことができそうです。

### 同じ釜の飯を食う仲間

大学での研究では、主に他人とは違うこと、先人がやっていないことをして初めて学会で発表できますが、企業における CAE の目的は、ものづくり支援であり、営利目的の企業において、開発現場のさまざまな制約の中で成果をあげてこそ、初めて認められるものとなります。さまざまな学会や研究会、CAE 懇話会、ソフトウェアベンダーのユーザーカンファレンスといった場が産学交流の舞台ですので、諸先輩とともに積極的に参加すると視野が広がります。もしかすると、数年後には、業界内は知っている顔ばかりになるかもしれません。それだけ、みなさんが思っている以上に、案外狭い業界だったりしますので、どっぷり浸かってみるとおもしろいですよ。

### さあ、道を究めていきましょう！

エンジニアリングの現場において、重要な職務を任せられると、誰しも一瞬たじろぎます。やることが山のようにあつて、時間が足りないように感じる場面もきっとでてきます。

そんなエンジニアリングの現場において技術力を高めていくとき、そのヒントとなる人がいます。

それは、最後の宮大工とも呼ばれている、西岡常一さんです。菊山さんのように、熱解析担当者のみなさんにとっても、西岡さんのことを知っていて損はありません。

西岡さんは、高校への進学時、ご自身も宮大工であつたお爺さんから農業高校を勧められたそうです。その理由は为什么呢？一見、なんの関係もないように思いませんか？

そのココロは、「宮大工と言えば木。木を育てるのは土。だからその土の気持ちを理解するんだ」。

当初、工業高校への進学を考えていた西岡さんは、その言葉に心動かされ、農学校へと進まれたそうです。その後、27才で法隆寺修繕という国家プロジェクトの棟梁を務めるほどになりました。

西岡さんの言葉に、「木を生かすには自然を生かさねばならず、自然を生かすには自然の中で生きようとする人間の心がなくてはならない」というものがあります。

この「木」を「熱」に置き換えてみるとどうでしょうか？

「熱を生かすには自然を生かさねばならず、自然を生かすには自然の中で生きようとする人間の心がなくてはならない」

一般的に熱解析の目的は熱を逃がすことですが、熱とうまくつきあつていくことも肝要であるように思えてきませんか？

## 第 2 章

# 知らないことが 多すぎる…





## 2-1 もっと知りたい、CAEのこと

菊山さんが所属することになった CAE 技術部でも、さまざまな CAE ツールが利用されています。設計の現場では昨今、ますますリードタイムの圧縮が図られているため、競争力維持の観点からも、CAE 技術の活用が必要不可欠です。



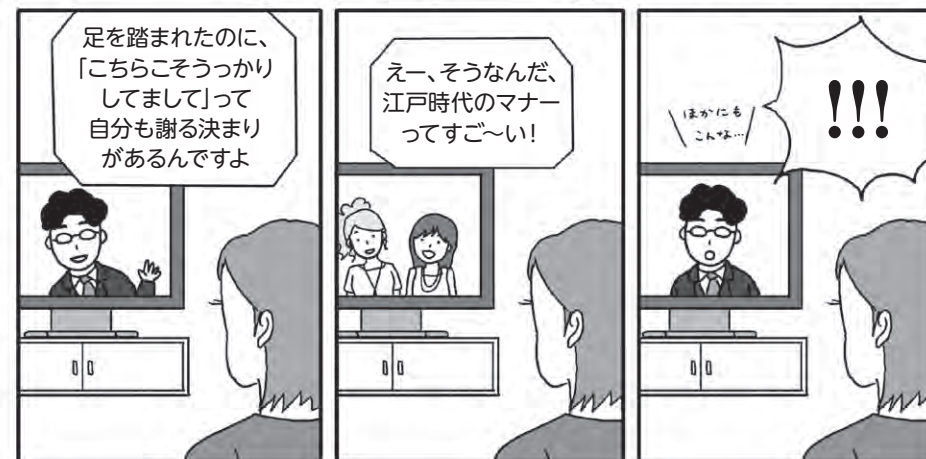






## 2-2 もっと知りたい、熱のこと

菊山さんが任された熱解析。熱力学や伝熱工学と聞くと、誰しも気が重くなりますが、知識の一つとして、「あるあるネタ」程度として調べてみると、それほど抵抗もありません。菊山さん、「鉄は熱いうちに打て」ですね。

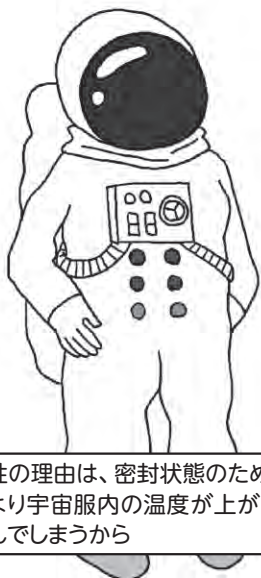




### 小話 1

宇宙服は断熱性と冷却性を兼ね備えているらしい。

断熱性の理由は、宇宙空間は100度以上や-100度以下と過酷な空間だから



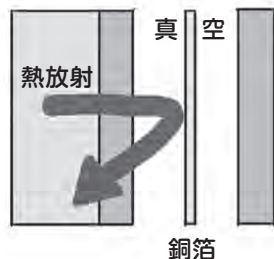
冷却性の理由は、密封状態のため人体発熱により宇宙服内の温度が上がって、人が死んでしまうから

### 小話 2

魔法瓶の断熱技術はすごいらしい。



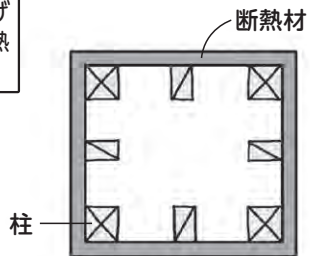
その理由は、保温性保冷性が熱伝達を遮断することによって実現されるから



内部に真空の層を作り出したり、真空の層にも銅箔を挟み込んで放射を反射させ、熱エネルギーを内部に保っている

### 小話 3 外張り断熱の住まいは柱の外からすっぽりと断熱材でおおわれているらしい。

その理由は、熱が逃げにくいため、暖めた熱を逃がさないから



また、断熱材として熱伝導率の小さな断熱性に優れたグラスウールなどを用いている

翌朝

…ってどう？  
熱関連の小話なら  
飲み込めるん  
じゃないかと思って

いいね！  
面白い！！

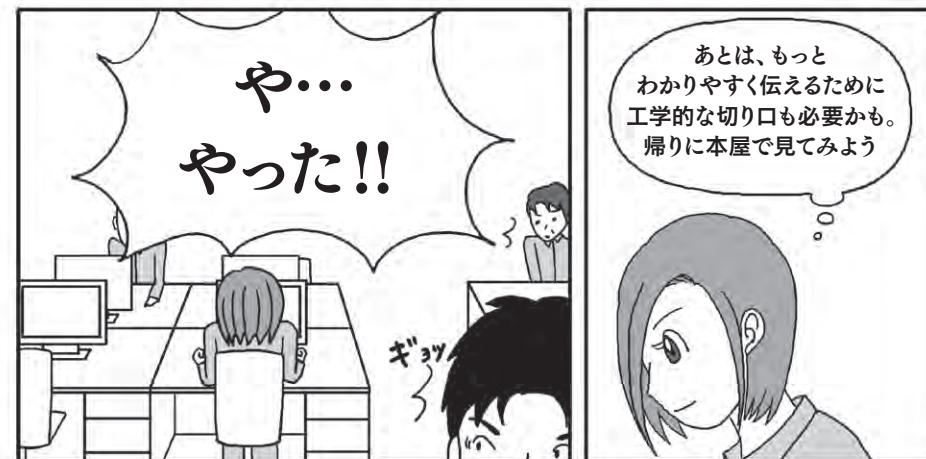
熱問題への  
入り口として  
いいですね！

……

ダメか…

ベテラン  
設計者の心を  
動かすのは  
難しいな…

ガ  
タッ

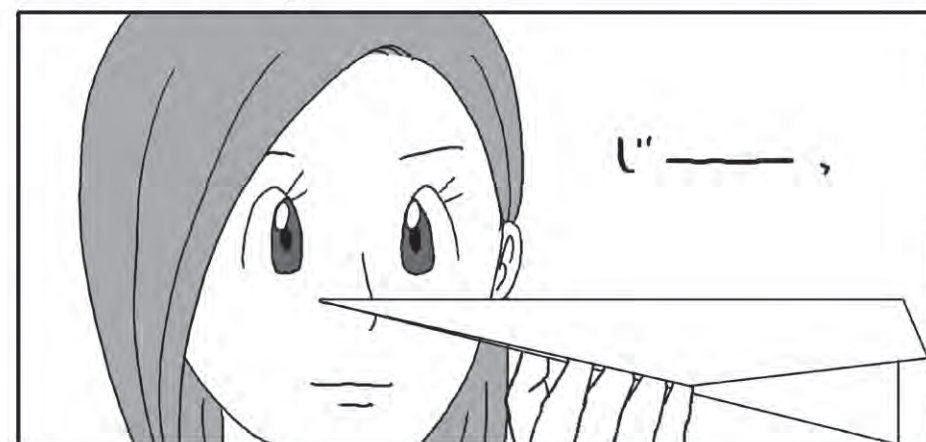
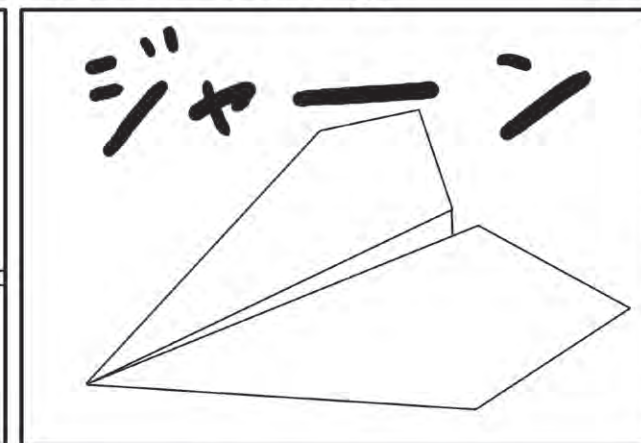
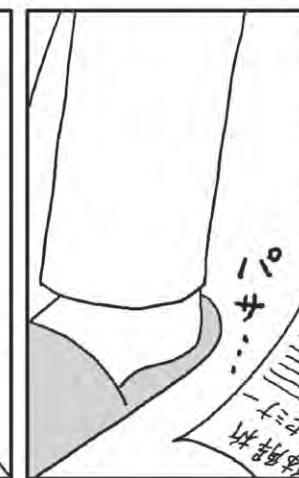
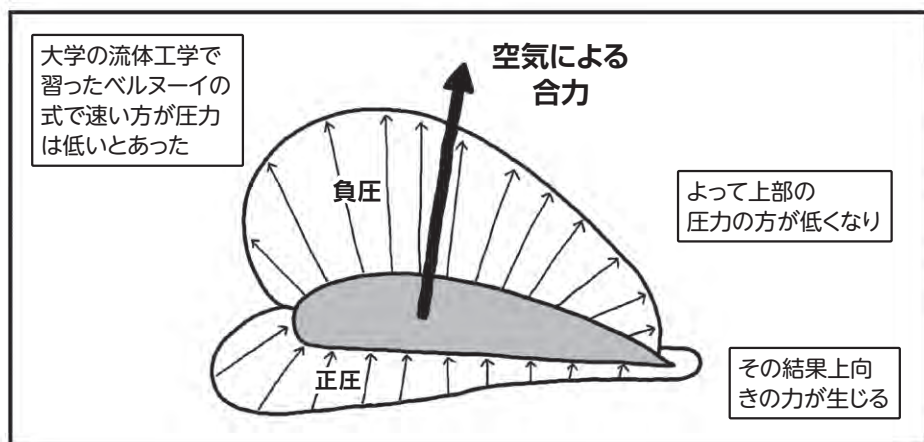
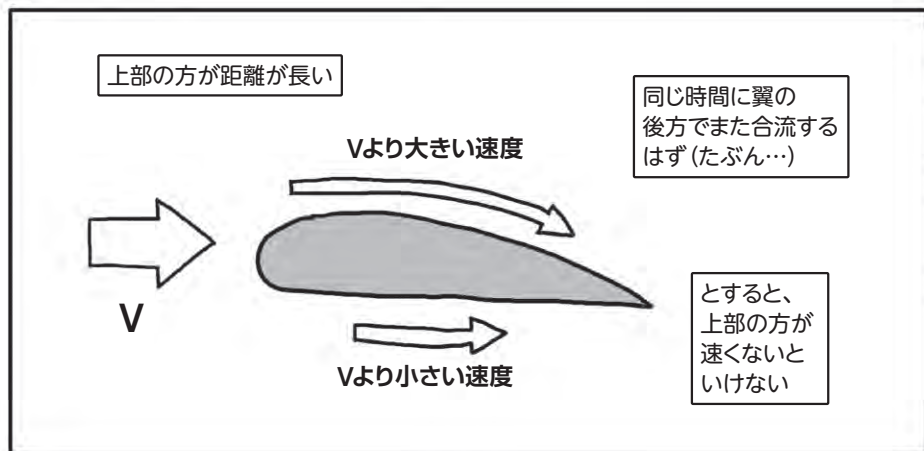
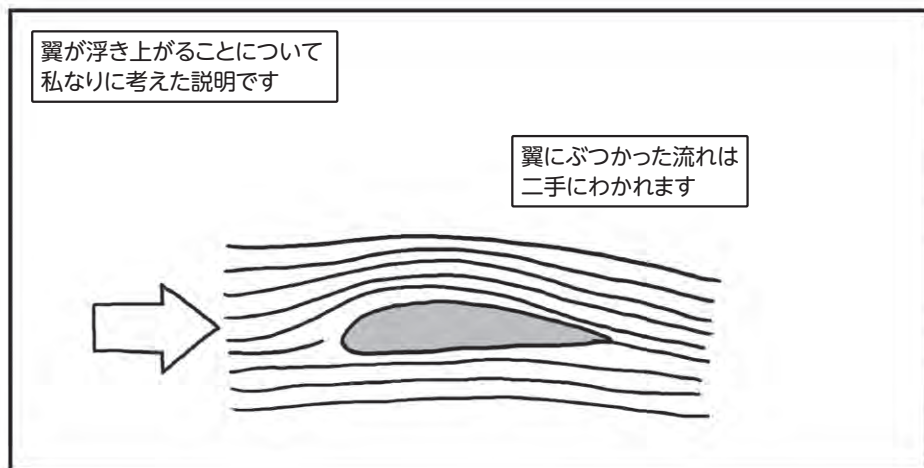




## 2-3 もっと知りたい、流れのこと

電子機器の熱解析は、流れ解析もセットであることがほとんどです。熱のことを知れば知るほど、流れのことも知りなくなるのは自然の流れですので、ここは一つ、流されてみましょう。菊山さん、「上善は水のごとし」ですね。







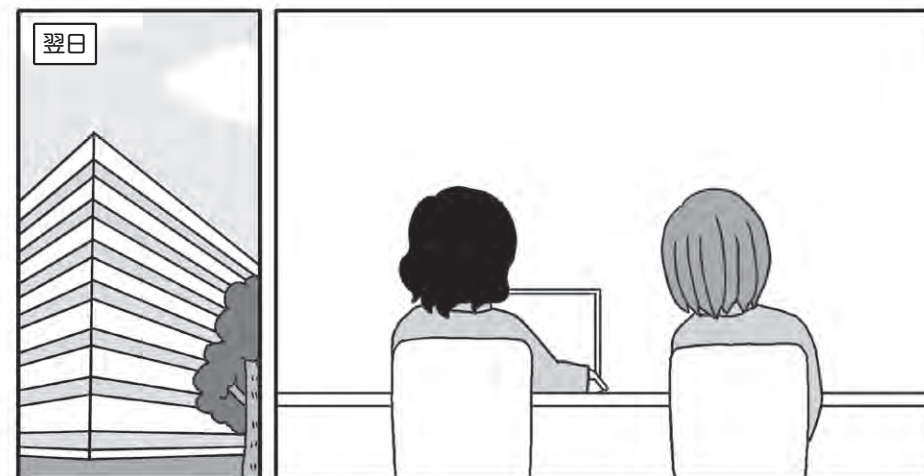


## 2-4 もっと知りたい、熱設計のこと

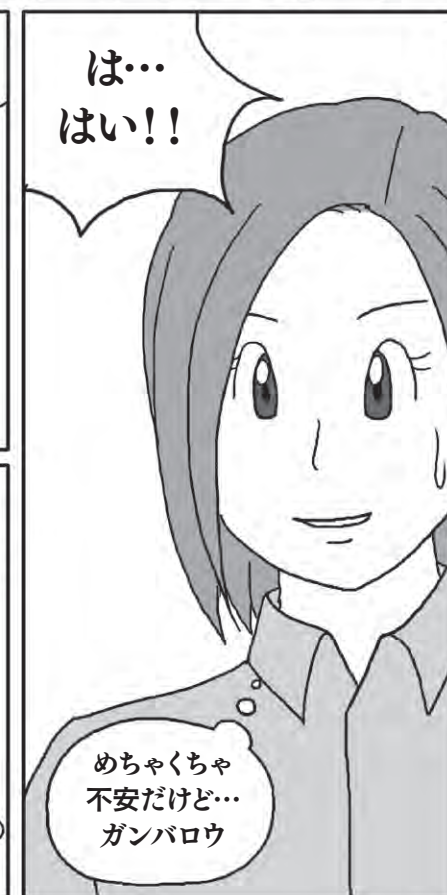
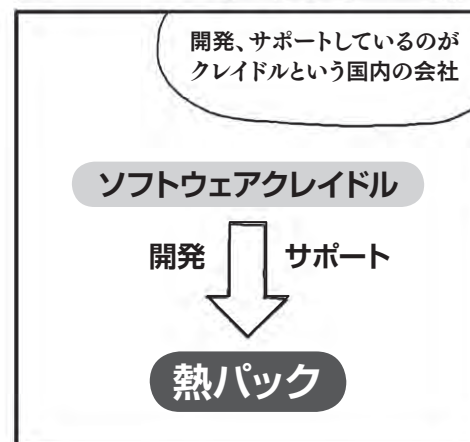
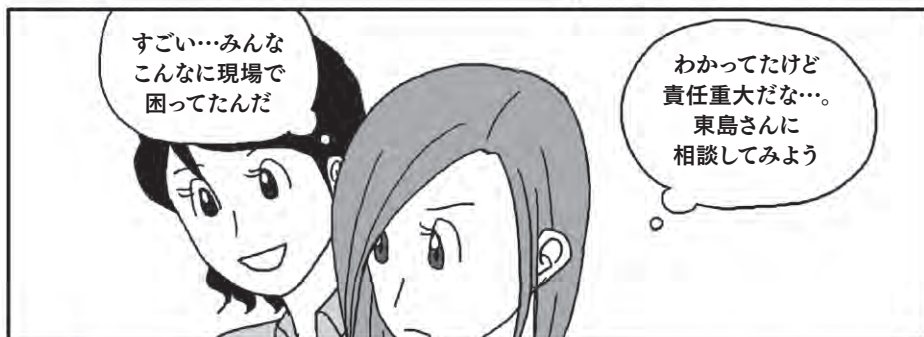
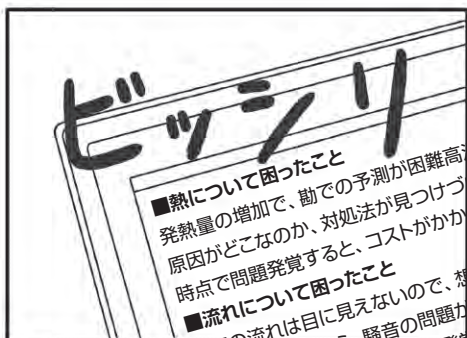
国内でも、熱設計の最先端を知るためのさまざまなシンポジウムが開催されています。電子機器の小型化、高性能化、発熱密度の増加がますます進む中、新島さんのような若い設計者にとっても、熱設計は腕の見せどころですね。







一週間後…







## 菊山さん、まずは、これだけおさえましょう！

### 熱に関して、おさえておきたいこと

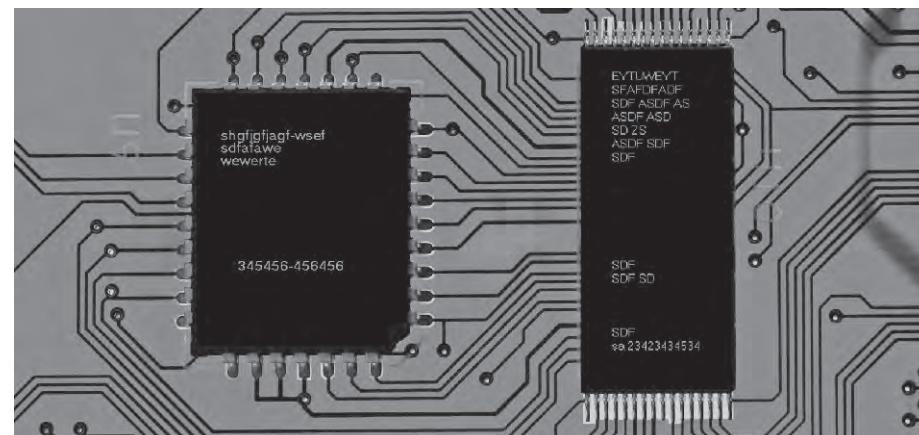
一見すると当たり前のようですが、熱は温度が高いところから低いところへしか移動しません。また、電子機器の内部においては、熱を空気が運んでくれて、また、電子機器自体も外部の空気と熱のやりとりをします。また、空気を介さなくても、離れた物体表面間において熱は行き交います。（これは放射と呼ばれています）そして、電子機器内で発生した熱は全てどこかに逃げていくことになります。（いきなり消えたりはしません）理解を助けてくれる大事な単位としては、次のものが挙げられます。

- 物質の静的な熱の伝わりやすさを「熱伝導率」という
- 物質の動的な熱の伝わりやすさを「温度伝導率」という
- 暖まりやすさ、冷えやすさを「熱容量」という
- 単位質量あたりの熱容量を「比熱」という
- 熱の伝わりにくさを「熱抵抗」という

### 流れに関して、おさえておきたいこと

電子機器内の熱を知ろうとするとき、あわせて流れの状態を知らないといけません。水のように目に見える流れもあれば、空気のように目に見えない流れがありますが、電子機器内の流れは空気がほとんどであり、熱を運んでくれる優れものであるため、熱流体解析によって流れの様子を可視化することで、さまざまな熱設計へと役立てることが可能になってきます。（ファンの騒音も流れの変動に起因しています）また、流れを知るためには圧力とセットで考えます。その他にも、よく出てくる基本事項として次のものが挙げられます。

- 流れは放っておくと、流れやすい方にしか流れない
- 物体の表面では流速はゼロである
- 流れには粘りがあるため、物体の表面で抵抗をうける
- 圧力には静圧と動圧の2種類があり、圧力の損失がいろいろなことに影響を与える
- 圧力の損失には摩擦損失と局所損失の2種類がある



### 熱解析に関して、おさえておきたいこと

空間と電子機器を解析するためにメッシュと呼ばれるブロックで形状を表現しないといけません。電子機器の CAD データやモデリング機能を用いて熱解析を行います。そもそもその形状を創るためにも熱解析ができれば、理想的なように思います。そのためには、「相対的な精度」というものを上手に活用することが肝要となってきます。また、熱解析を行ううえで欠かすことのできない物理モデルについても知っておいた方が得策です。その他にも、よく出てくる基本事項として次のものが挙げられます。

- 境界条件が必須
- 分子レベルの話は考えない
- 温度や表面温度の数値およびポストプロセッサでの可視化結果が得られる
- 「絶対精度」を追求することも大事
- 熱解析は手段であり、目的ではない

#### 目からウロコ!

筆者が在籍していた大学でも、「流体工学」「伝熱工学」の講義があったため履修していました。正直なところ、10年以上経った今、当時習った数式の数々はほとんど覚えていません。けれど、その中で登場していた単語はぼんやりと頭に残っているため、今改めてその単語を耳にしても抵抗なく受け入れることができます。案外、そんなものなのかもしれませんね。

### 数値計算のむかしばなして、おもしろい！

学生時代は成績優秀だった菊山さんも、ものづくりの現場では四苦八苦のようです。でも、「自らが知らないこと」を知った菊山さんが行動し始めたとき、ものすごいスピードで吸収して、成長していく可能性を秘めているように思います。

熱解析の場合には、「流れ」「熱」「数値解析」といった知識や学問をさまざまな参考書籍から吸収することになります。ふと、菊山さんのお爺さんやお父さんの時代には、どんな環境だったのか、気になってきませんか？数値解析に携わってきた人たちのお話を聞くのは、とてもおもしろいですし、そこから得られるものは、書籍からの情報とはまたひと味違ったものがあります。

菊山さんのお爺さんが学生だった頃（1930年～1940年）には、当然パソコンはなく、計算機といえば算盤だったそうです。当時は、計算尺（けいさんじゃく）という、対数の原理によって対数の特性が可視化されたアイテムがあり、当時の技術者や科学者に用いられていたそうです。（関数電卓が登場してからは、そちらに移行していきました）

そしてその後、「ソロバンと計算尺」から、電子計算機へと移行していき、菊山さんのお父さんが学生だった時代（1960年～1970年）には、すでに研究者の間で「コンピュータは単なる道具か、研究のパートナーか」という話題も出ていたそうです。

また、当時のコンピュータ入力はパンチカードが主で、三角関数や対数、指数などは、カードの束をプログラムカードの中に差し込んでいったそうです。

菊山さんのお仕事である CAE 技術を当時の人たちに伝えたら、さぞかし羨ましがられるに違いありません。



## 第 3 章

# 魔法の道具じゃ なかった…

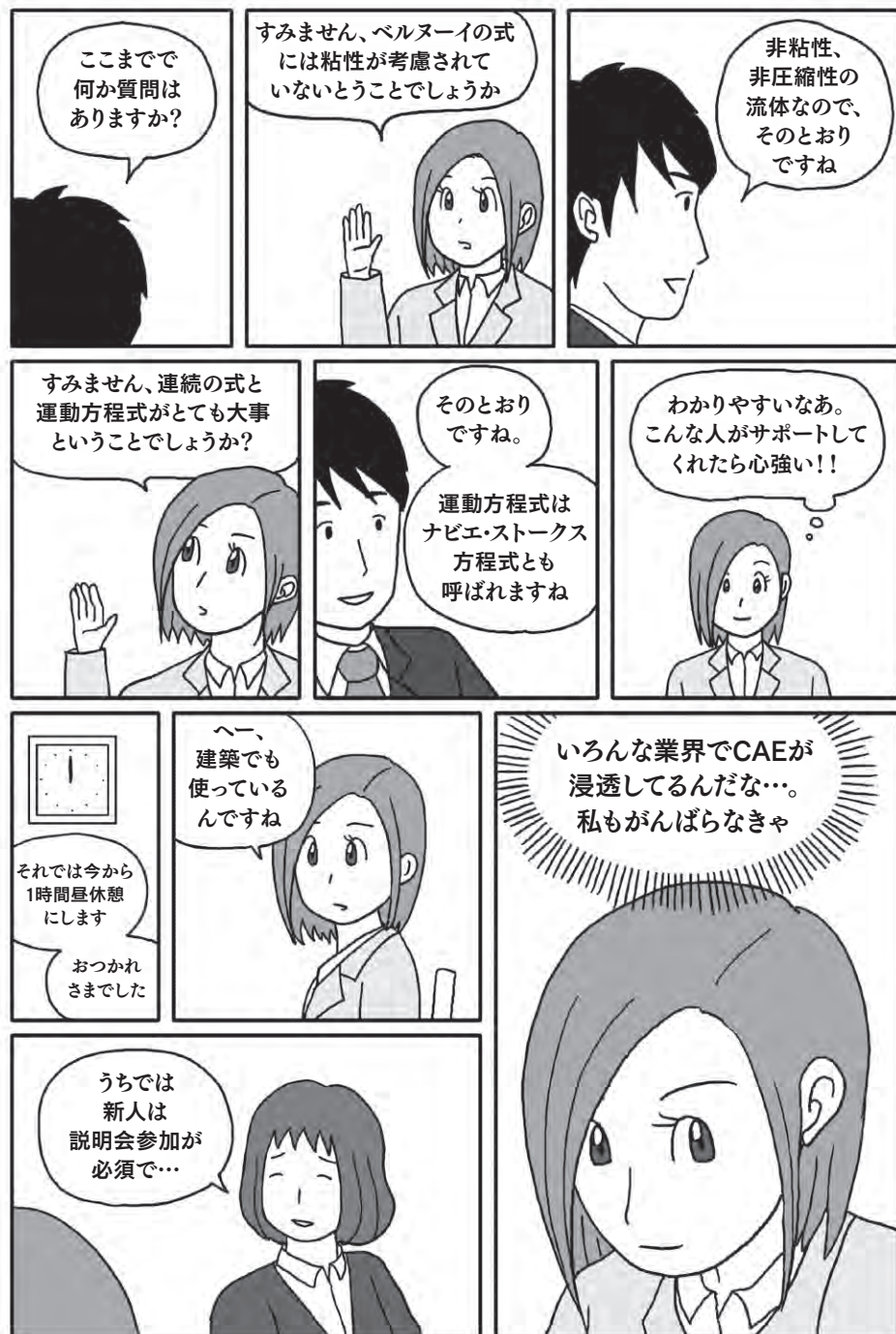




# 3-1 「リケジョ」×「熱パック」

熱解析ソフトウェアは、「熱パック」のように国産のものから海外のソフトウェアまで、さまざまなものがあります。熱パックのユーザーを見渡してみると、菊山さんのような「リケジョ」のみなさんもたくさん活躍しています。







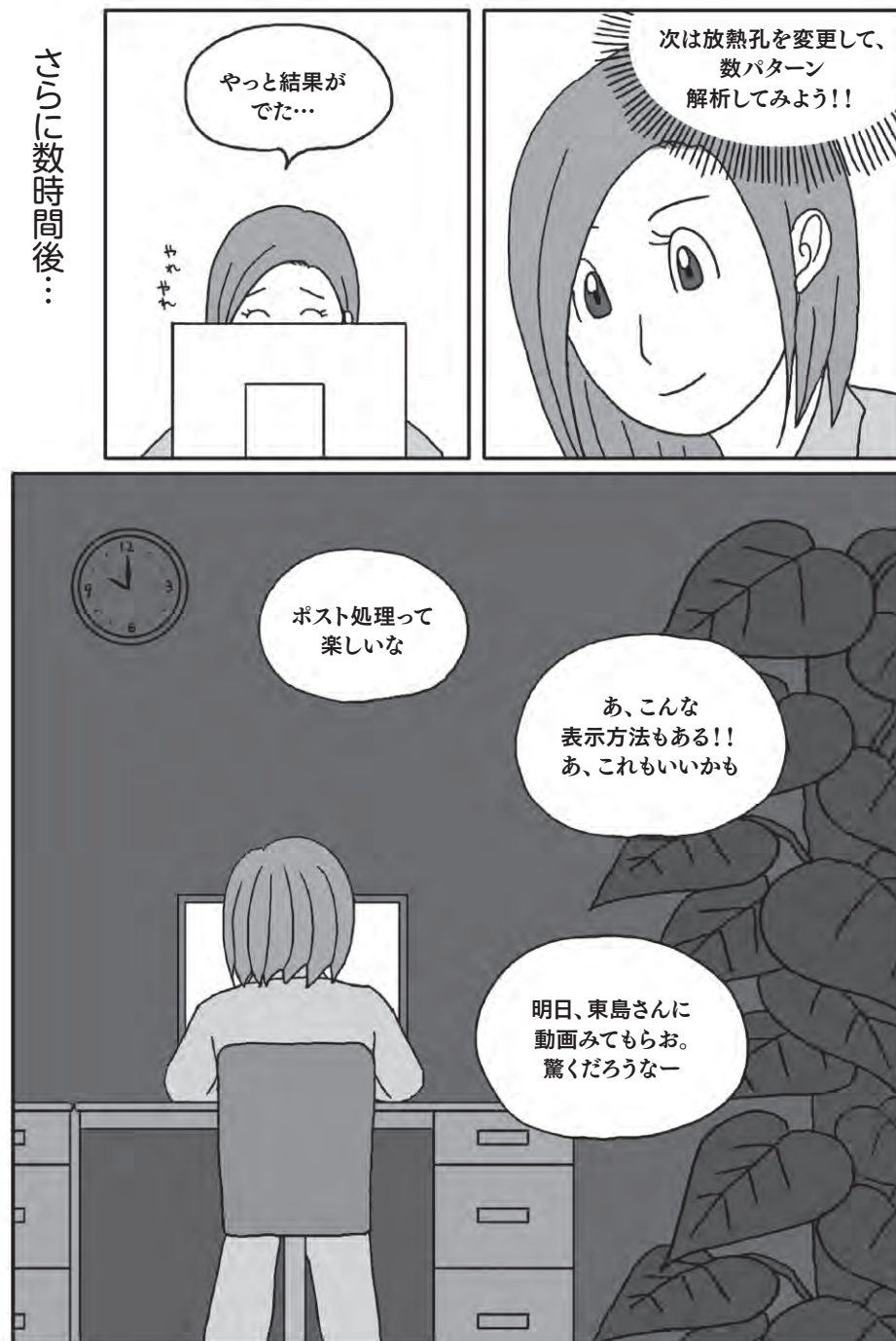


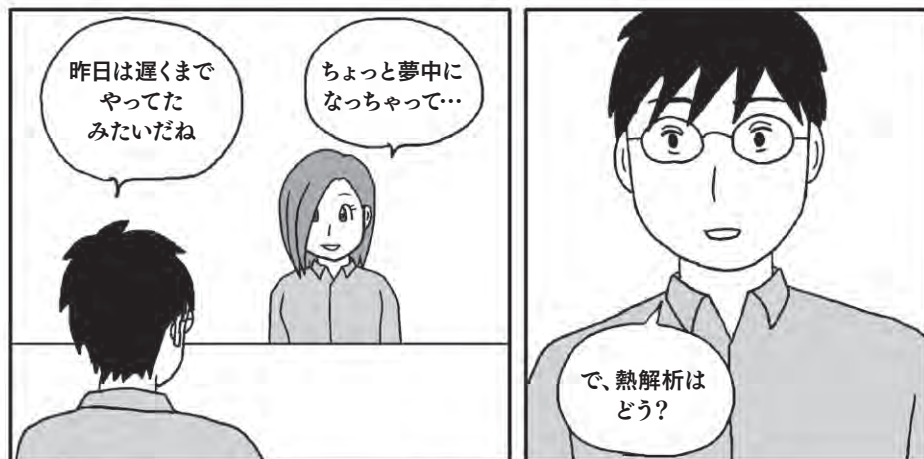
## 3-2 解析ソフトは使いこなしてナンボ

「木ばかり見て、森を見ない」と、すべての熱解析ソフトウェアが使えないことになります。その一方で、「木は見れないけれど、森は見える」CAE担当者も存在しないように思います。解析ソフトは、「理解して」使ってナンボですね。











### 3-3 雨の日も、晴れの日も。

熱解析をしているとトラブルが発生することもあります。設定ミスやソフトウェアの不具合など、その原因はさまざまですが、「雨の日は傘を貸してくれて、晴れの日と一緒に散歩してくれる」そんなパートナーは心強いですね。








菊山さま  
美藤です。  
ご質問の件につきまして、ご推察のとおり、熱パックでは実際にファンを回転させているわけではありません。  
ファン周りの流れ場をマイクロで再現しようとすると、

ファン形状を正確にメッシュ・要素分割で表現して、あとは回転を伴う高度な計算手法を用いることになりますので、かなり負荷の大きな解析となります。  
通常、ファンによる放熱効果を検討する場合には、既存のファンモデルによって、マクロでの冷却効果を再現して、熱設計へと活かしているケースがほとんどのように思います。

ファン自体を専門に解析されておられるユーザー様もおられますので、どこに主眼を置いて解析を行うか、というお話になってきそうです。  
ご参考になりましたら幸いです。




デザインレビュー当日



本モデルは強制空冷のため空気の流れを意識して、  
対流熱伝達による放熱を最大限に活かした熱設計となっております



### 3-4 「ミッション」×「パッション」

モノを知れば知るほど、年をとればとるほど、立場が上になればなるほど、グッと我慢することも増えてくるのかもしれませんが。「若気の至り」で思いきったことを提案してみても、失うものはないように思います。Let's try!







## 鈴木電機における これからのCAEの役割について

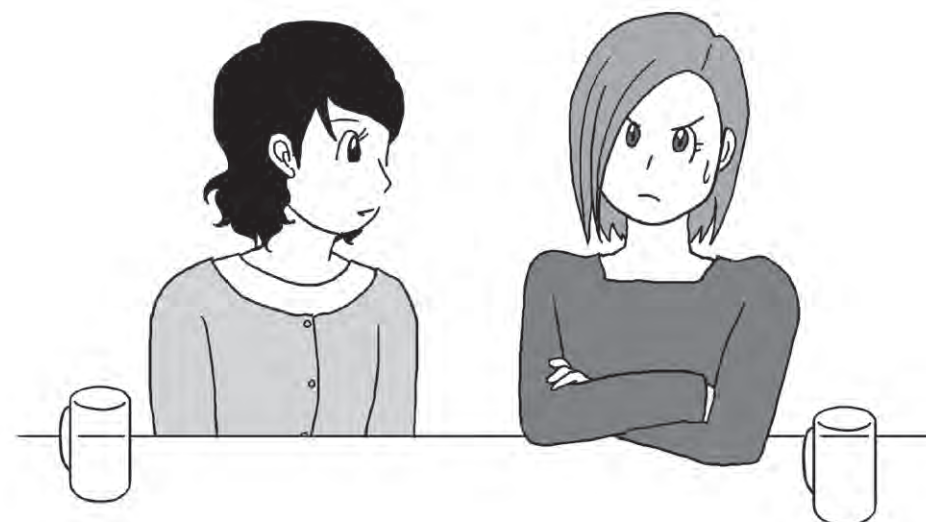
鈴木電機には、ものづくりのノウハウが豊富にあります。

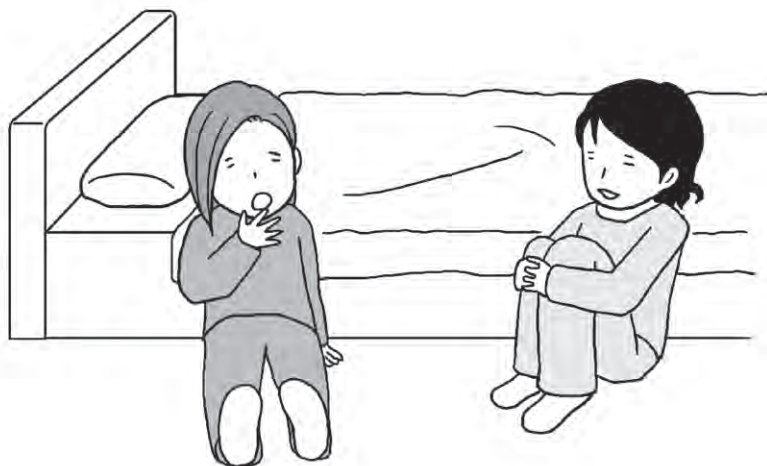
先達の残した叡智の数々。

そのどれもが、鈴木スピリットとして  
着実に次世代へと受け継がれています。

設計者の、ものづくりにかける情熱。

その情熱を支えるCAE技術もまた、  
情熱で溢れていなければなりません。





鈴木電機の開発現場では、スピードこそ命です。

より良い CAE 技術も、

スピードに欠けていては使い物になりません。

より良い CAE 技術も、

コスト感覚に欠けていては使い物になりません。

世の中に求められる鈴木電機の製品に思いを馳せたとき、

それらが高品質のオンリーワン製品であることに

疑う余地はありません。

CAE 技術は、手段です。

その CAE 技術が鈴木電機の製品開発に貢献するためには、

たとえ学術的にどんなに意義があろうと、

たとえどんなに高度な技術を駆使していようが、

タイムリーに答えを提供し続けなければ、

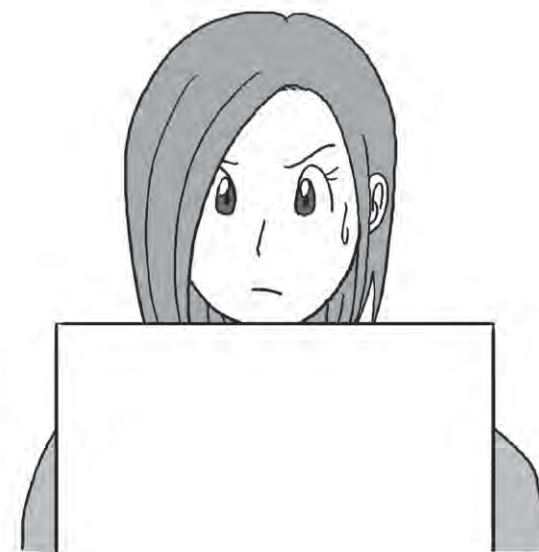
無意味になってしまいます。

私たち鈴木電機の CAE 技術は、

「ミッション」と「パッション」を両翼に、

これからも設計者の意思決定を

全力かつ最速で支援してまいります。







## 菊山さんと考える、CAE担当者の職業倫理

### CAE担当者として

菊山さんがまだ中学生の頃、一級建築士が構造計算ソフトウェアの計算結果を改ざんして、世間を騒がせたことは記憶に新しいのではないのでしょうか。「耐震基準を満たす・満たさない」に関わる重大な問題であったため、住民の生命をおびやかす危険が出てきてしまいました。その後、事件扱いとなり、「耐震強度構造計算書偽装事件」として世間に知れ渡るようになってしまいました。実はこれ、菊山さんにとってもけっして他人事ではありません。熱解析も、解析担当者の恣意的な運用によっては、同様のことが起きてしまうからです。そこで、菊山さんに知ってもらいたい言葉があります。それは、「職業倫理」です。ここで、菊山さんの使命を考えてみましょう。解析は、同業種における他企業との差別化を図るためにも有効な手段であり、その結果、自らの企業に対して利益をもたらすものとなります。通常、各解析に対しては数ヶ月、数週間、時には数日単位の期日が明確に設定されており、CAE 担当者はその期日を意識しながら解析を行っています。そして、解析成果はけっして自己満足で終わらせるのではなく、自らの企業内、さらには社会において評価を受けることによって初めて意義のあるものになります。

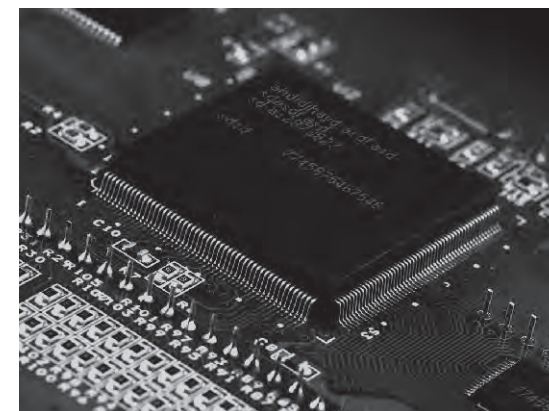
### 信義誠実の原則

少し視点を変えて、「信義誠実の原則」というものを参考にしてみましょう。これは、簡単には、私達が社会で持つべき「共通の道徳」について示したものです。私たちの暮らす社会においては、「売り手は責任を持ってきちんとした商品を作り、それに対して買い手はきっちり清算する」という関係が自然と保たれ、売り手と買い手との間に「信義誠実の原則」が成り立っているとと言えます。一見、これらは当たり前のこと

#### 目からウロコ!

筆者が在籍していた大学の講義で、さまざまな研究機関や企業の研究者・技術者の方々に招く機会がありました。最先端の研究・技術について各講師の方が非常に分かり易く説明なさっていて、同時に、研究に対する強いプライドも伝わってきました。知識を持たない者に対しても噛み砕いて伝えることができる人のことを、プロと呼ぶのかもしれませんが。

のようにも思いますが、話をさらに広げ、現代の工業化社会において売り手（企業）と買い手との間に「信義誠実の原則」が成り立っているかという、果たしてどうでしょうか？おそらく菊山さんの会社の製品を購入する人々が、その製品開発における熱設計や熱解析についての情報に触



れる機会は皆無に近いでしょう。けれど、知識を持たないことによって即刻トラブルが発生することはありませんし、即刻不利益を被ることもありません。このことを悪く捉えるならば、「消費者が専門外である企業の熱設計や熱解析に対して適正な評価を下す」ということはかなり困難であるため、菊山さんのような CAE 担当者に「所詮自分たちにしか分かるまい」という特権意識が芽生えてきてもおかしくありません。

### CAE担当者の持つべき職業倫理

製品の熱設計や熱解析に関する知識の質や量という点から見ると、とても企業の CAE 担当者と消費者が対等であるとは言えないことになってくるのです。社会における通常の契約では、契約を結ぶ両者は対等であり、過失（落度・不注意）が無い限り責任は問われません。けれど、企業の CAE 担当者と消費者の契約においては、その知識・情報の差により、企業の CAE 担当者に「責任を持って解析を実施する」ことが求められるのではないのでしょうか。たしかに、消費者のみなさんが製品やサービスに対してその都度疑いを持って行動していたら、市民生活が成り立たなくなってしまう。だからこそ、生じる責任や潜んでいる危険性について「企業の CAE 担当者が十分に認識しておくこと」が何よりも有効な手段であり、企業と消費者の関係を正常に維持するためには、企業の CAE 担当者が健全な職業倫理を持つことが最善策であるように思います。「自分たちの行っている解析に対してプライドを持ち、社会的な評価・価値を意識しながら、一方では自分たちと消費者との知識の格差、その格差によって生じる責任、さらにはそこに潜んでいる危険性について十分に認識しておくこと」こそが、企業の CAE 担当者としてのあるべき姿なのではないのでしょうか。

## 見えることって、おもしろい！

菊山さんが取り組み始めた CAE の世界でも、可視化（ビジュアライゼーション）は必要不可欠な存在です。

そして熱解析の場合にも、温度分布の把握や電子機器内の空気の流れを知るために、その果たす役割はとても大きいです。もちろん、これまでにあまり馴染みのなかった人にとってみると、「ものづくり・熱設計は、そんな仮想なものでやるほど甘くない」という気持ちかどこかにあるかもしれません。

そんなとき、あの映画界の巨匠、黒澤明監督の言葉がとても参考になります。「現実のようにリアルに、と普通の人は考え、表現をする人は現実よりリアルに、と考える」

これって、つまり、「現実感はあるものであり、リアル感をつくるもの」ということのようにも思えてきませんか？

菊山さんのような熱解析担当者にとって、熱解析をすること自体が目的ではないけれど、実機実験が現実とするならば、熱解析によるさまざまな見える化によって、多くの関係者にリアル感を通じて熱設計のアイデアを引き出すヒントを提供することができるはずです。

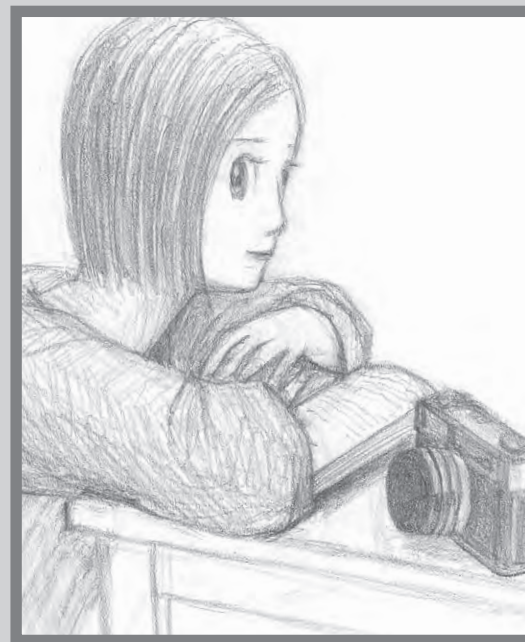
そして、そのためには、さまざまな正しい知識にもとづき、可視化のもつ可能性やそこに潜む危険性について、「理解すること」「納得すること」その両方が必要であるように思います。

そうして、設計者のみなさんから生まれた熱設計アイデアを熱解析で試行して、より良い製品開発へと落とし込むことができたなら、場合によっては、実機実験よりリアルな熱解析ということだって、可能になるかもしれませんよね。

なんだかワクワクしてきませんか？

# 第 4 章

## 作り手の顔が見えるって頼もしい





# 4-1 技術って、人なんだ。

菊山さんと同じエンジニアのみなさんを見渡したとき、なんと魅力的な人が多いことでしょう。「技術を究める」というと一見、無機質な響きのようにも見えなくてもいいですが、やはり技術もまた、人に紐づいているんですね。



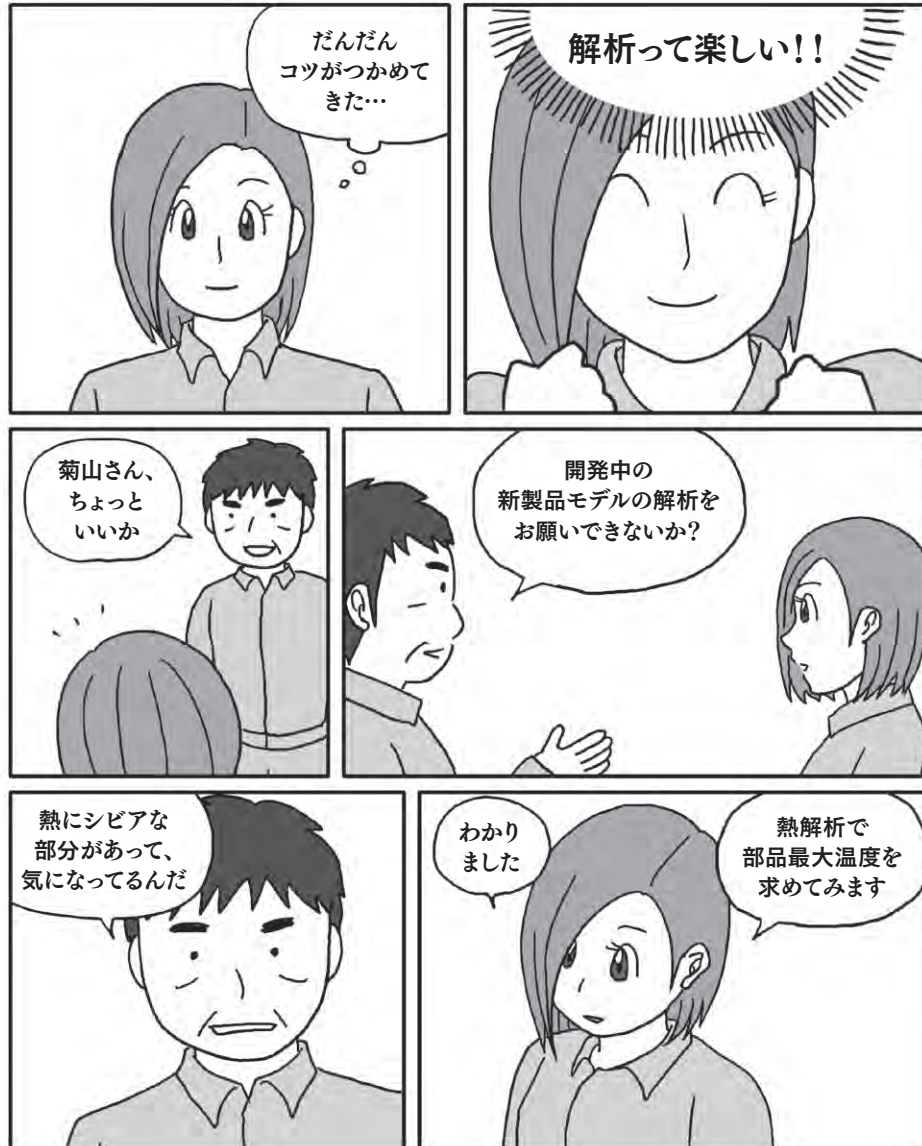




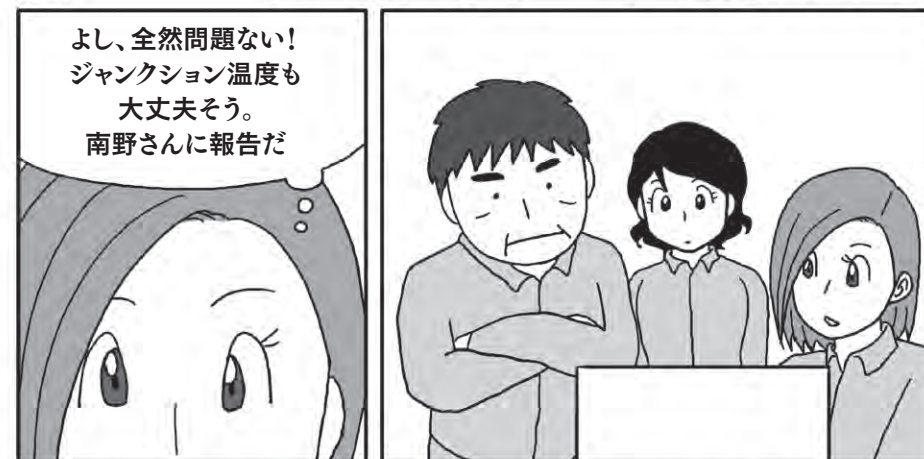
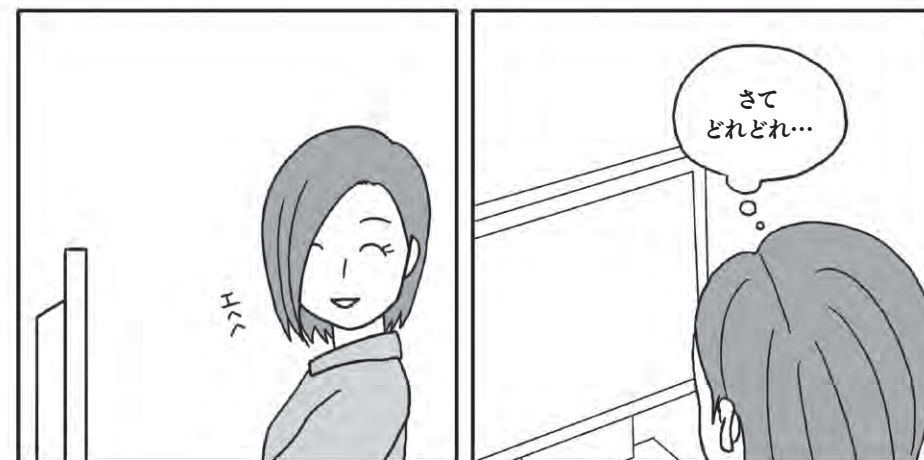
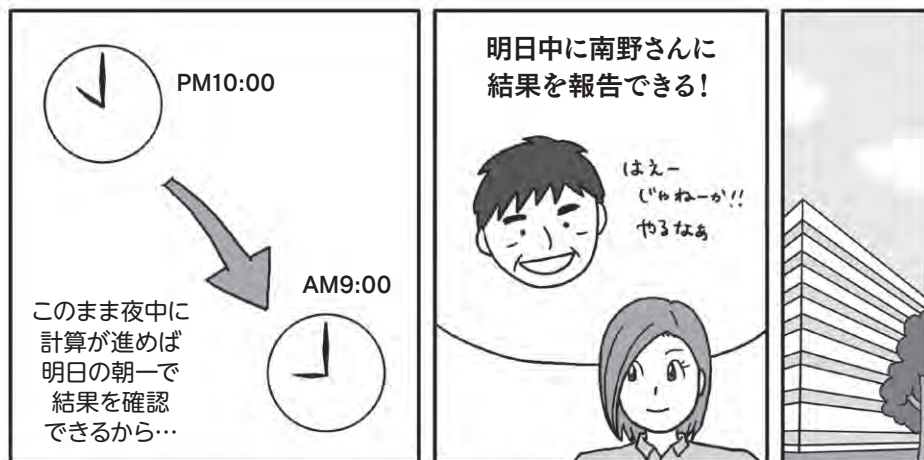


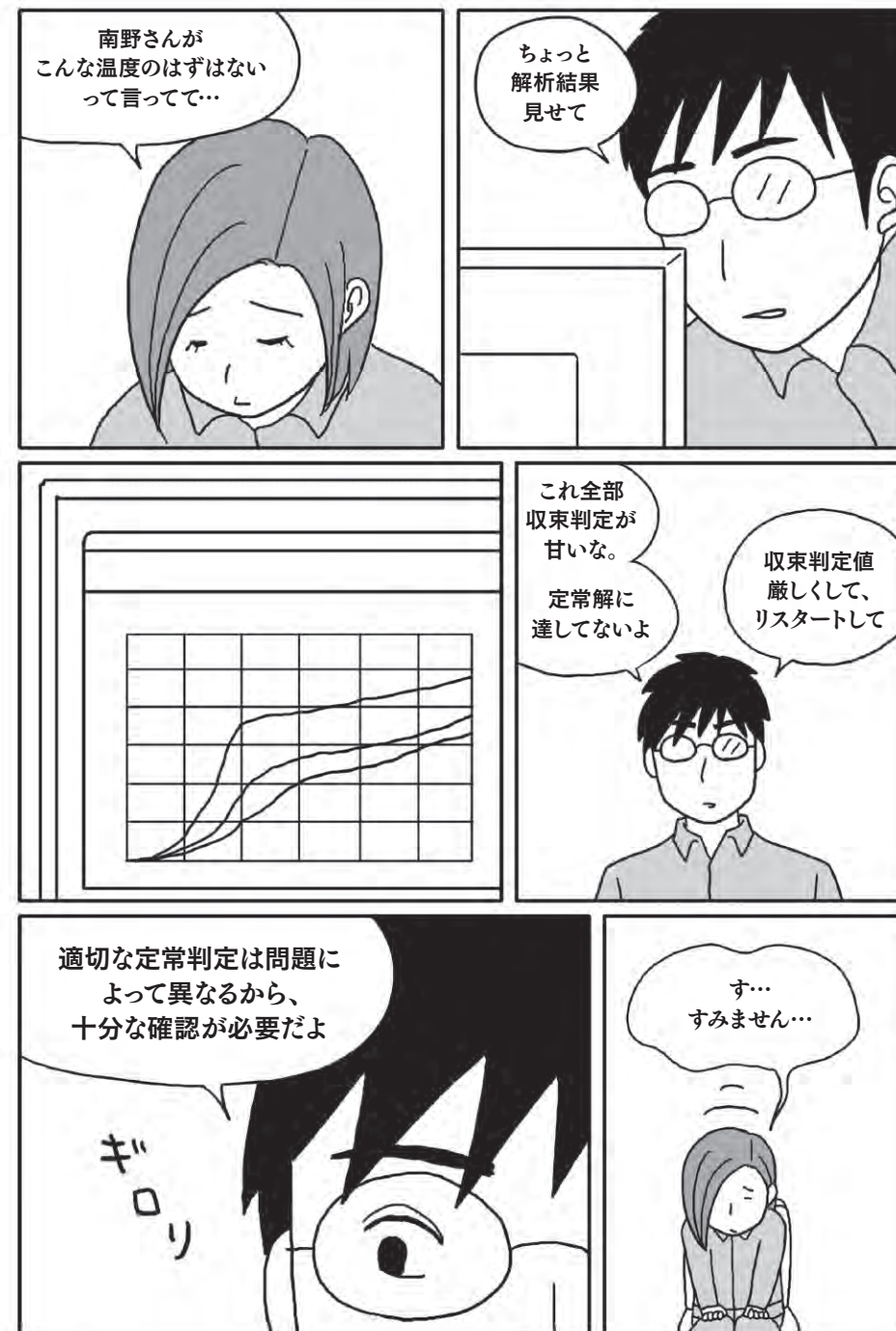
## 4-2 慣れてきた時が、一番危ない。

何事も、コツをつかんで少し心に余裕が出てきたときが、一番危険ですよ。周りからの期待が大きくなってきた今こそ、菊山さんの真価が問われるように思います。「足るを知る」ことの重要性は、どれだけ経験値が上がっても変わりません。







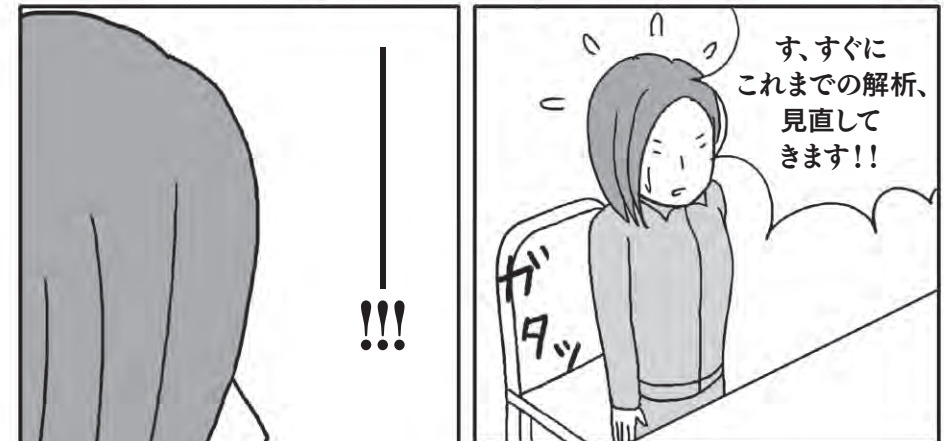




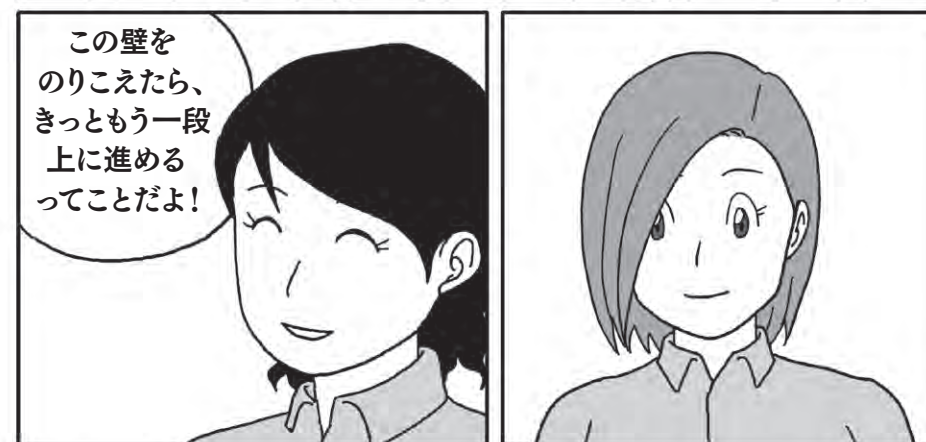
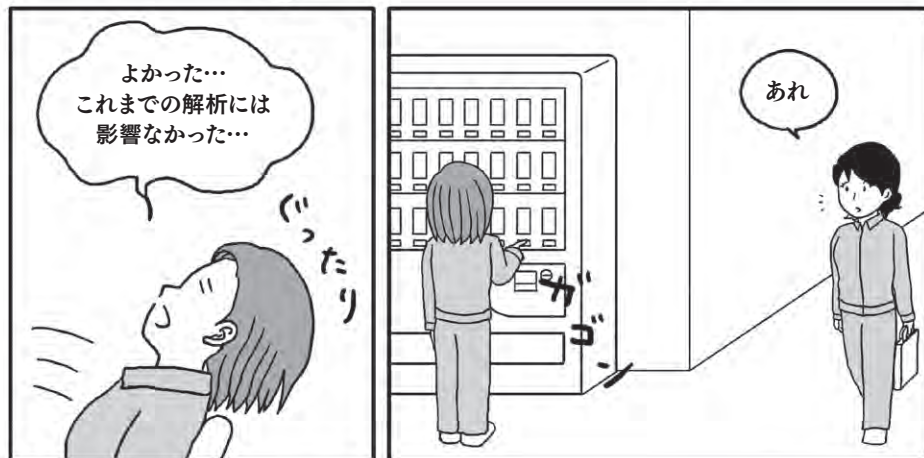
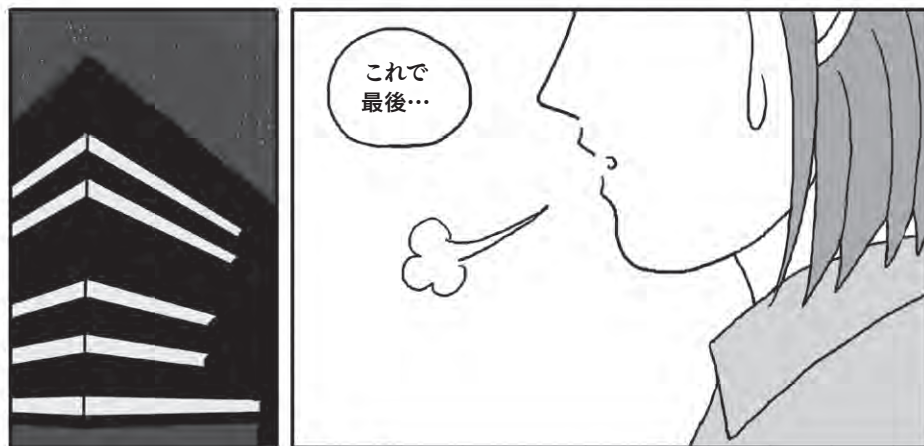
## 4-3 便利は不便、不便は便利。

ソフトウェアが進化して、これまで一つひとつ手作業で行っていたことは自動化され、その分の時間を他の業務へと割くことができますよね。でも、便利なものほど、一歩間違えると危険であるということを、常に肝に銘じておきたいものです。



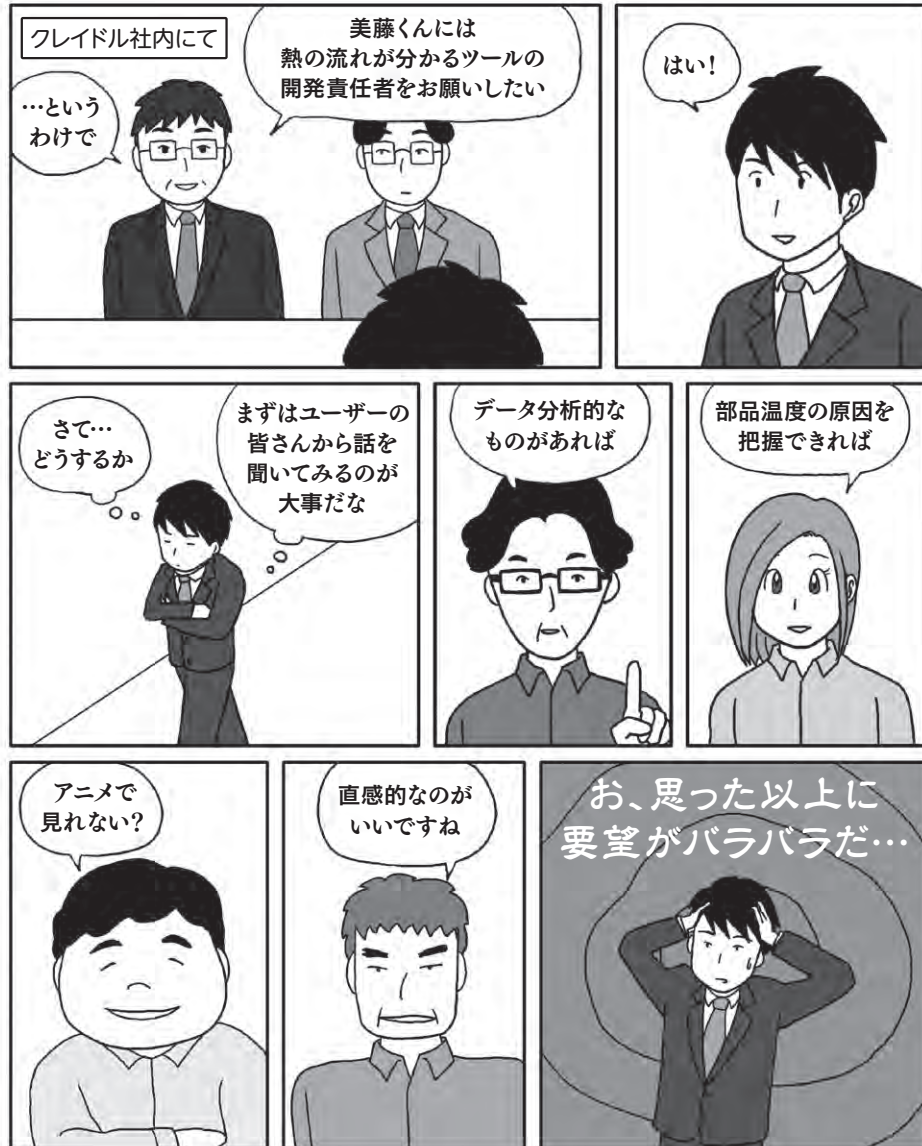




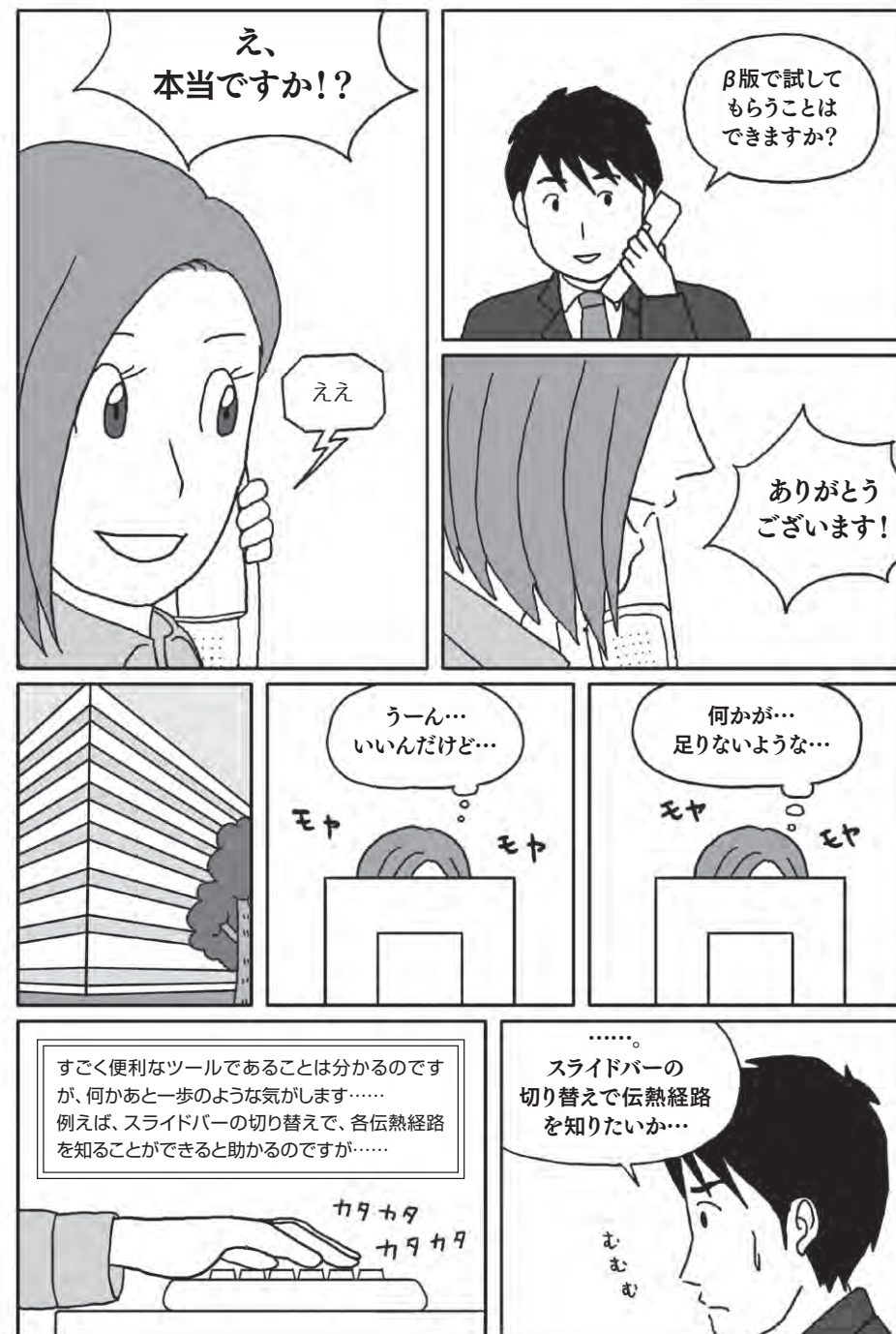


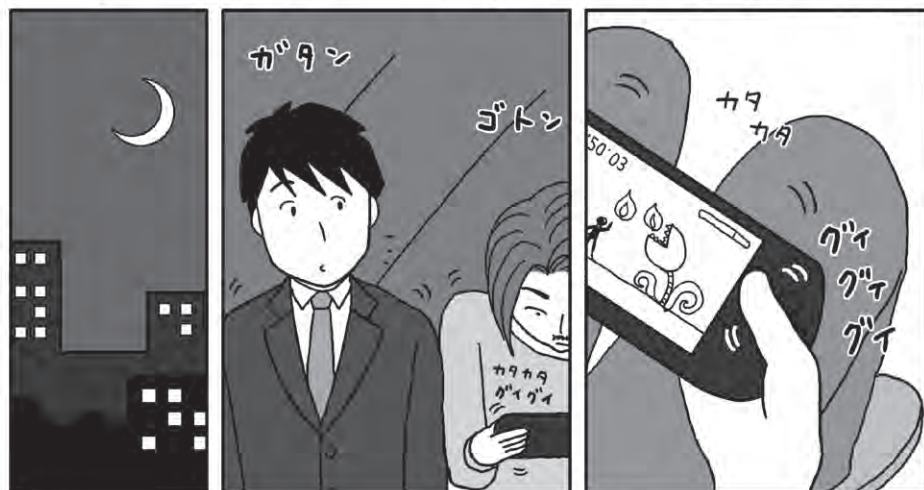
# 4-4 ラテラル・シンキング!

さまざまなメーカーの開発と同じように、ソフトウェアの開発ストーリー、その一つひとつにもいろいろなドラマが隠されています。ユーザーのみなさんを支える新機能が、意外なところにヒントを得ていたなんて、おもしろいですよね。









美藤さま  
 すごく分かりやすいと思います!!!







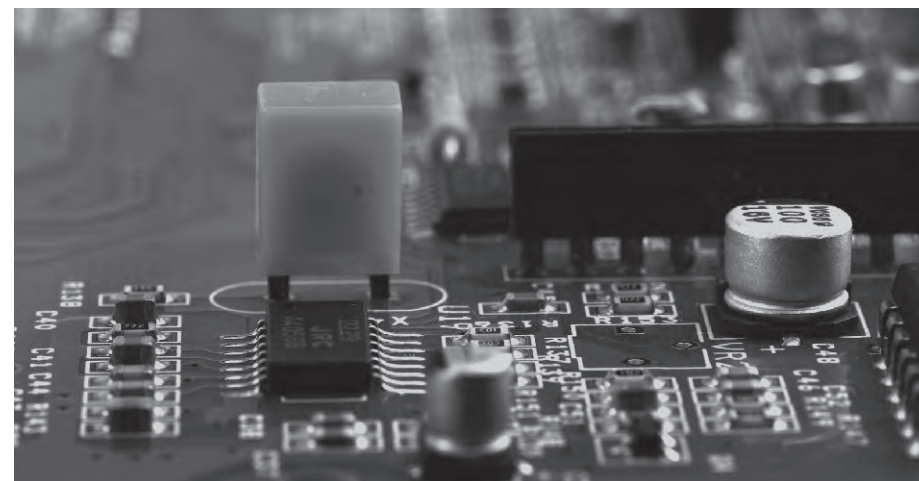
## 熱パックが登場するまで

### 時代背景

菊山さんが利用している熱パックですが、その開発元であるクレイドルは、30年の歴史がある会社です。学生時代に流体解析をしたことがあるみなさんの場合には、一度は耳にしたことがあるかもしれません。それぐらい、流体解析の世界においては、非常によく知られた存在なんです。クレイドルが開発した熱パックの上位版であるSTREAMというソフトウェアは、1980年代、菊山さんたちの世代には考えられないかもしれませんが、ソースプログラムという形式で提供されていました。主には企業の研究所や情報システム部門のみなさんが、自社の解析案件にあわせ、自らソースコードをいじるかたちで利用されていました。今でも、大学の研究室や企業の研究所においてはさまざまな自作の解析プログラムが利用されていますが、膨大な解析案件、その一つひとつに対応していくためには、汎用流体解析ソフトウェアの存在は当時大変貴重なものであったそうです。その後、1980年代におけるコンピュータ業界の進歩とがっちりとした協同体制をとる形で、計算速度の向上、省メモリ化が図られ、ソフトウェアのアップグレードが遂げられていきました。

### 熱パックが登場するまで

そのような形で、CFD（Computational Fluid Dynamics：数値流体力学）の利用分野がどんどん広がっていくことで、研究所の研究者、情報システム部の専任者以外にも、設計者でも解析ソフトウェアを利用していこうという動きが見られ始めました。そうした要望に応える形で、クレイドルの社内では「設計者向けCFDソフトウェア」の開発が始まりました。そして、その要となったのが、今も引き継がれているプリプロセッサのメッシュ生成機能でした。CAD（Computer Aided Design：コンピュータ支援設計）から形状データを読み込み、ソフトウェア上で容易にメッシュを作成できる機能でした。当時も今と同じで、設計者のみなさんが最も必要としていたのは、「使いやすさ」であったことは、言うまでもありませんよね。そうしたなか、1990年頃になると、当時の熱設計担当者からは、「自分たちは流れと熱以外の機能は必要ないので、その代わりにもっと誰でも使える簡単なソフトウェアがほしい」という要望が増えてきました。



### 1998年6月、熱パックが登場

これらはちょうど菊山さんが生まれた頃のことなので、その当時の暮らしを思い出してみてください。そうなんです、当時はコンパクトカメラが流行していましたよね？カメラの使い方をあまり知らなくても、絞りやシャッタースピードの調整を気にすることなく気軽に使えるカメラでした。家庭の中でみんなで写真を撮ったりした楽しい思い出があるのではないのでしょうか。そうなんです、菊山さんが利用している熱パックの開発コンセプトとなったのが、まさにこのコンパクトカメラのように「PCで気軽に使えて、素早く解析結果を得ることができる」という発想だったのです。どうでしょうか？菊山さんがまだ小さい頃、コンパクトカメラで気軽に写真を撮っていたように、今度は菊山さんが熱解析ソフトウェアで気軽に熱解析を行っているなんて、なんだか時代の移り変わりを感じませんか？その後、2000年代に入ってからは、Windowsの普及に伴い解析環境はますます整い、ウィザードを用いた条件設定など、設計者のみなさんが簡単に使える設計ツールとして、幅広く親しまれています。

#### 目からウロコ!

国内のCAE担当者の方から、「クレイドルさんは国内で開発しているなんて、羨ましいですね」という声を聞くことがあります。たしかに、ソフトウェアをつくっている開発者の顔が見えたり、直接会う機会があるということは、とても安心できるように思います。ソフトウェア開発も、「使う人」と「つくる人」のお付き合いであり、そこに人のココロがあるからこそ、魅力的なサービスを提供できるんですね。

**「ちなみに…」で心をつかみましょう！**

物理現象を学問として追究すること、人に物理現象を分かりやすく伝えることは、似て非なるものです。

菊山さんのように、社内で熱解析を設計者のみなさんに広めていくためには、そうした分かりやすい説明が求められます。

そこで効果的なのが、このコラム名でもある「ちなみに…」シリーズです。

例えば、「空気の熱伝導率は 0.0256 と低いです。ちなみに……ダウンジャケットはその暖かさから高価ですが、けっして水鳥の羽自体が暖かい訳ではなくて、そこにたくさんの空気を含んでいるから暖かいんですね。とすると、みなさんが高いお金を出して買っているのは、空気なのかもしれません」といった説明や、「レイノルズ数が大きくなってくると、層流から乱流へと遷移します。冷却ファンを用いる熱解析の場合は乱流解析ですし、自然対流を扱う熱解析の場合は層流解析です。ちなみに……小学校のクラス全員で 30 人 31 脚をしてみんなで歩いても、それほど乱れることはありませんが、みんなで全力疾走すると転ぶ人が出てきて乱れますよね。この状態が乱流のイメージなんです」といった説明を聞くと、どうでしょうか？

なんだか途端に、身近な事象としてイメージがしやすくなって、親しみやすいものに思えてきますよね。

そして、このようなお話を分かりやすく教えてくれるのが、久保さんや美藤さんのような熱解析のプロフェッショナル達です。「餅は餅屋」と言いますが、汎用熱解析ソフトウェアを、開発からサポート・教育まで一貫して提供し続けるためには、分かりやすく伝える技術が必要不可欠なんです。

# 第 5 章

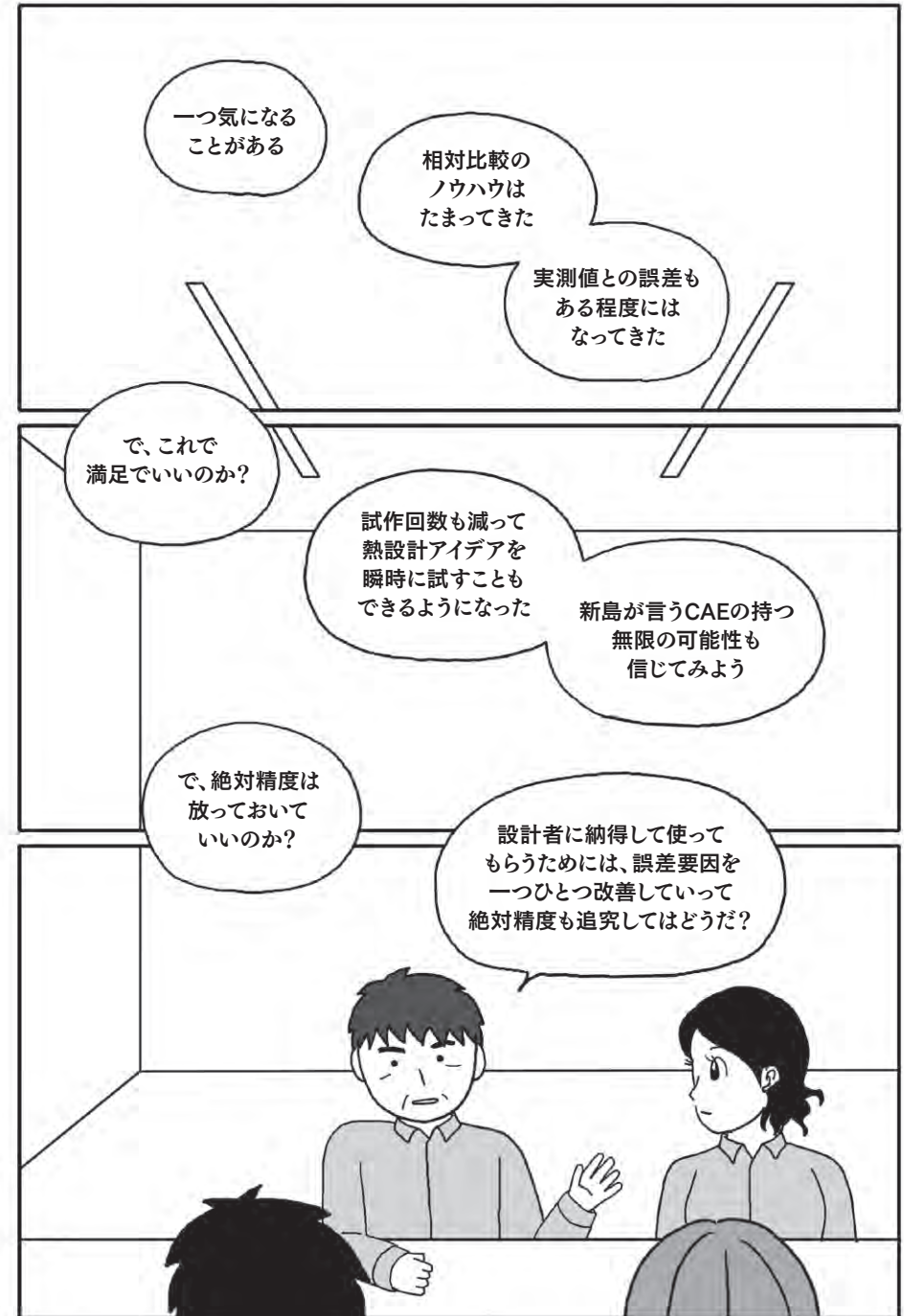
## 設計と CAE の間を行ったり来たり

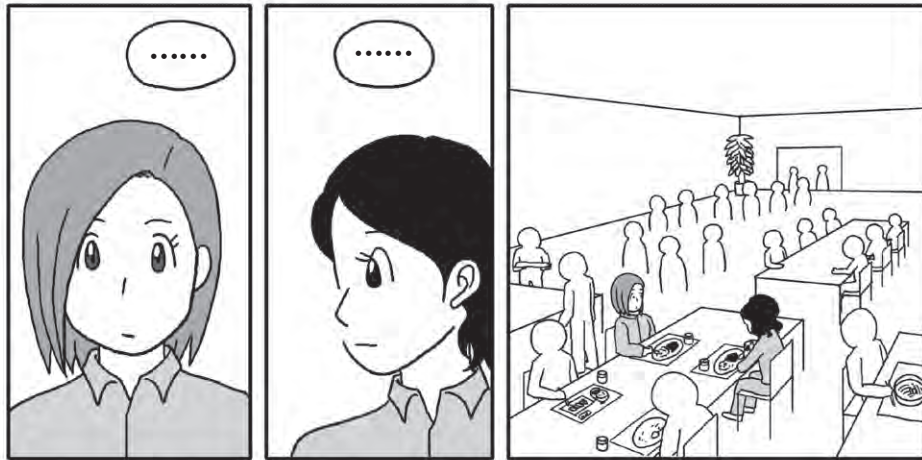




# 5-1 「実験」×「解析」

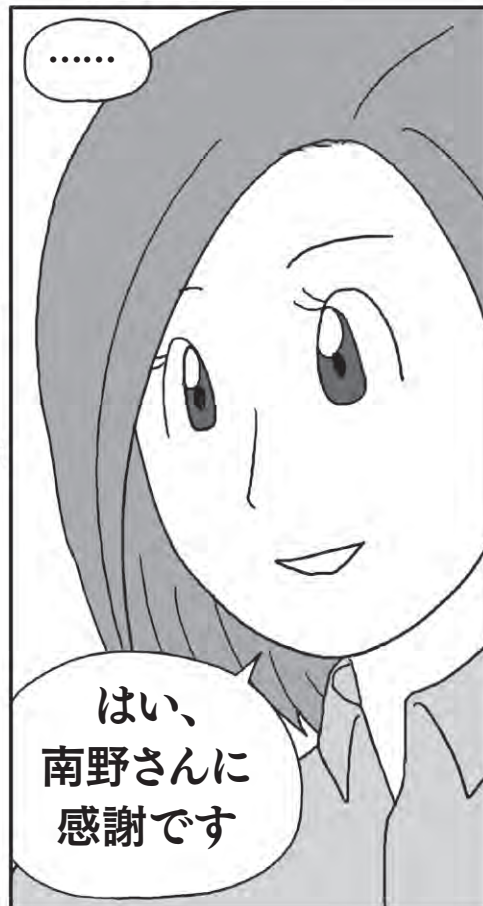
菊山さんの学生時代のように、実験の経験がある人は熱解析を行う場合にも目のつけどころが鋭いことが多いようです。実験と解析の間を正しく補うことができたなら、熱解析のことを机上の空論だと揶揄する人もいなくなるはずですね。







数時間後…



10月10日(水)

今日は気が多かった。

解析に生じるさまざまな誤差要因を理解する中で無意識に、  
相対精度にばかり着目していた。

実測値と合わない場合に、付与条件に原因を求めるのも間違っ  
てはいないけれど、そのことと、絶対精度を追求することを放  
棄することは全く別だ。

熱解析を行う設計者が間違えにくく使いやすいソフトをつくるの  
は久保さんや美藤さんにお任せすればいい。

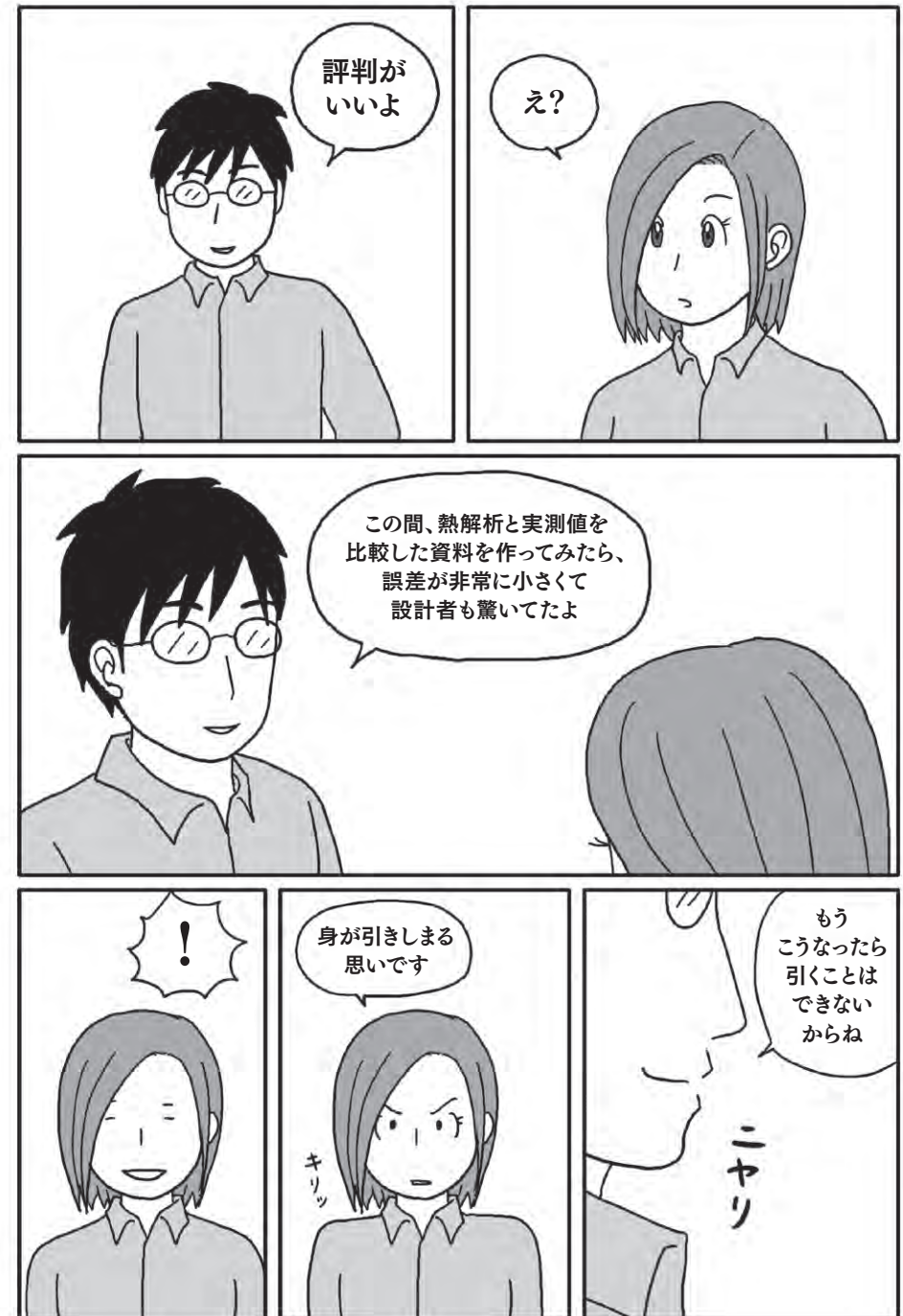
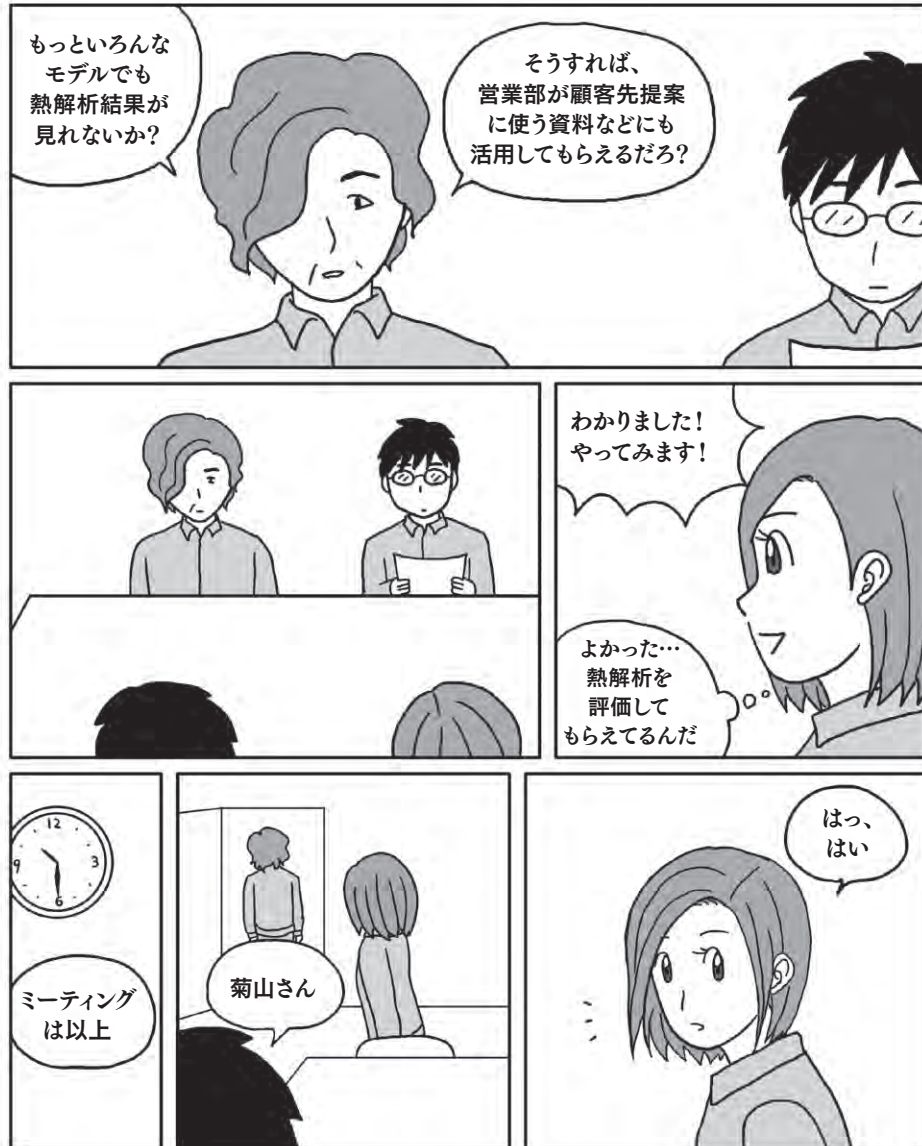
その熱解析環境をつくりあげる自分は、他部門へのアピールも  
しなければいけない。その際、「絶対精度は無視してくださいね」  
ではなかなか認められないだろう。

設計とCAEの両方を理解して、その間を繋ぐことこそが自分の  
役割だと再認識した1日だった。

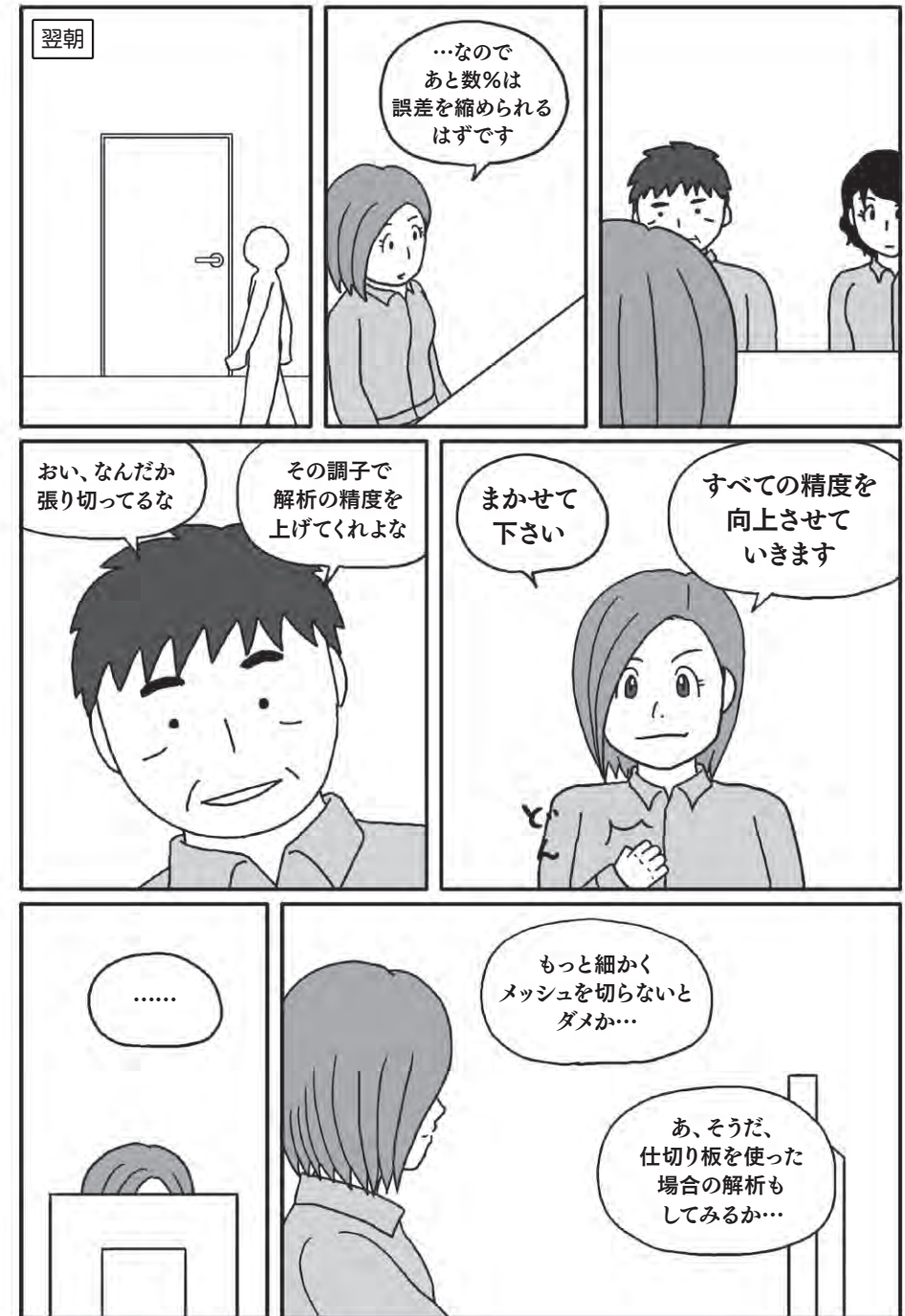
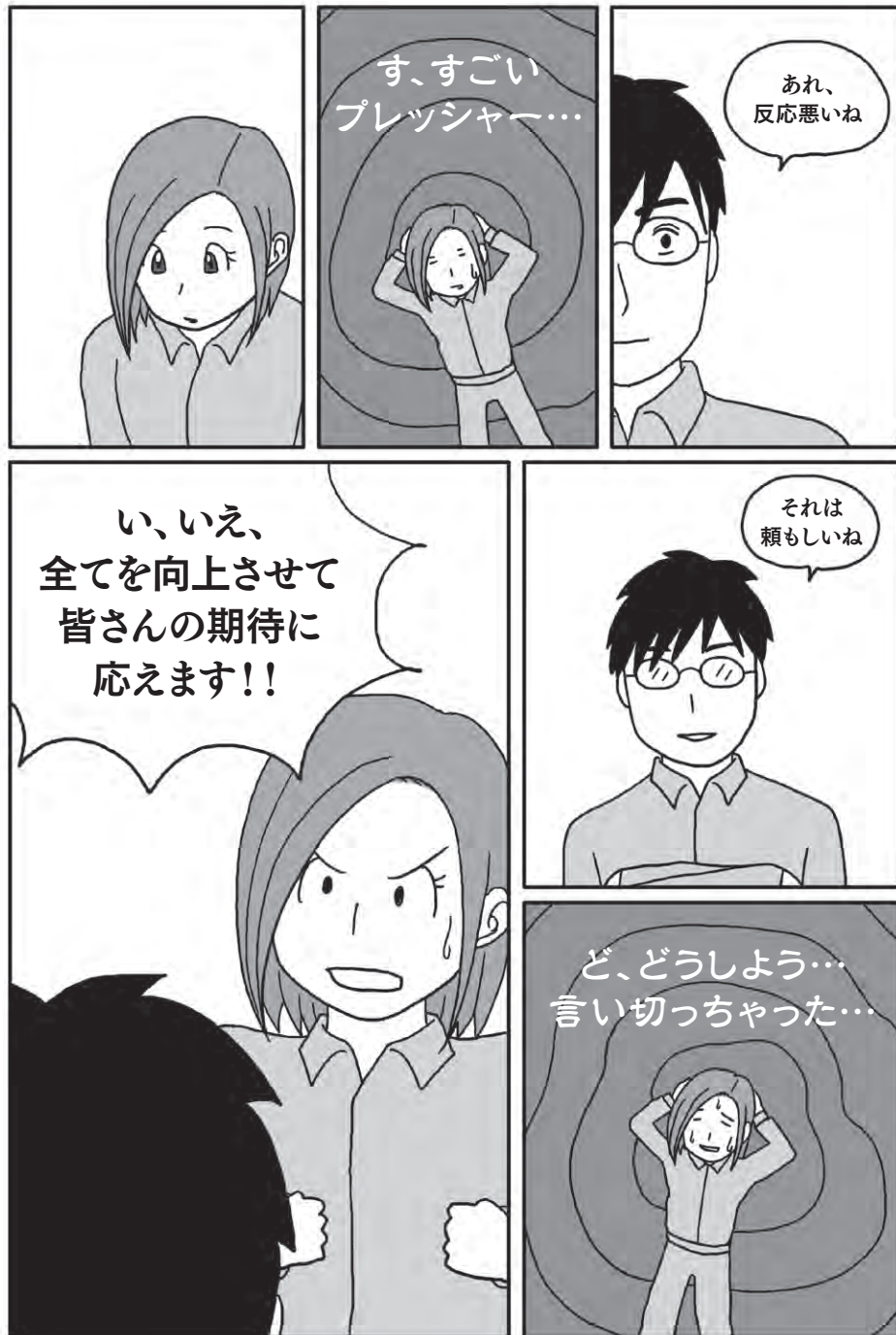


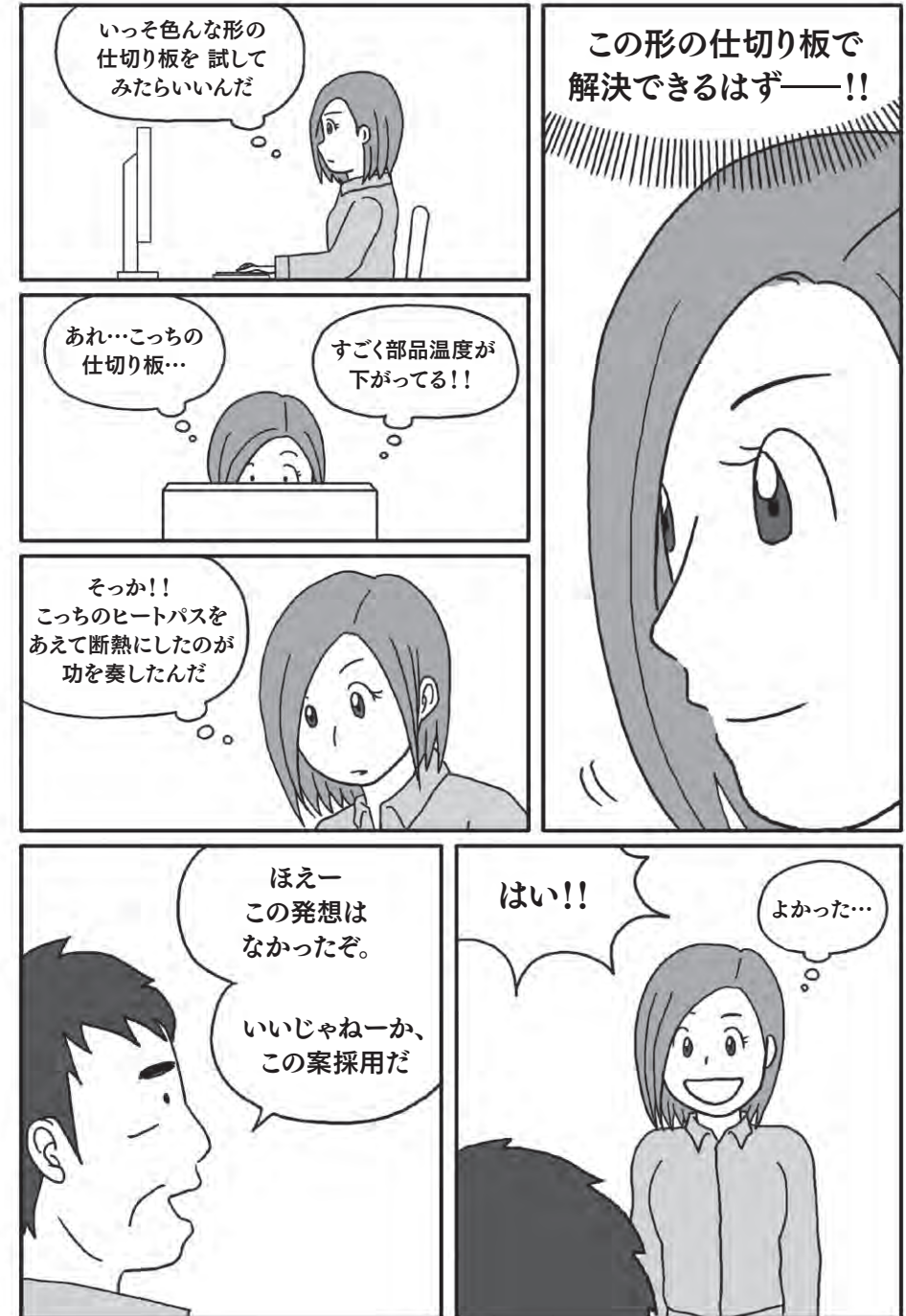
## 5-2 気づいて、受け入れる。

外側から見たら偶然のように見えることも、内側から見たら必然であることも多いですね。「セレンディピティ（偶然の幸運をつかむ力）」を手に入れるポイントも、行動して、気づいて、それを受け入れることのように思います。





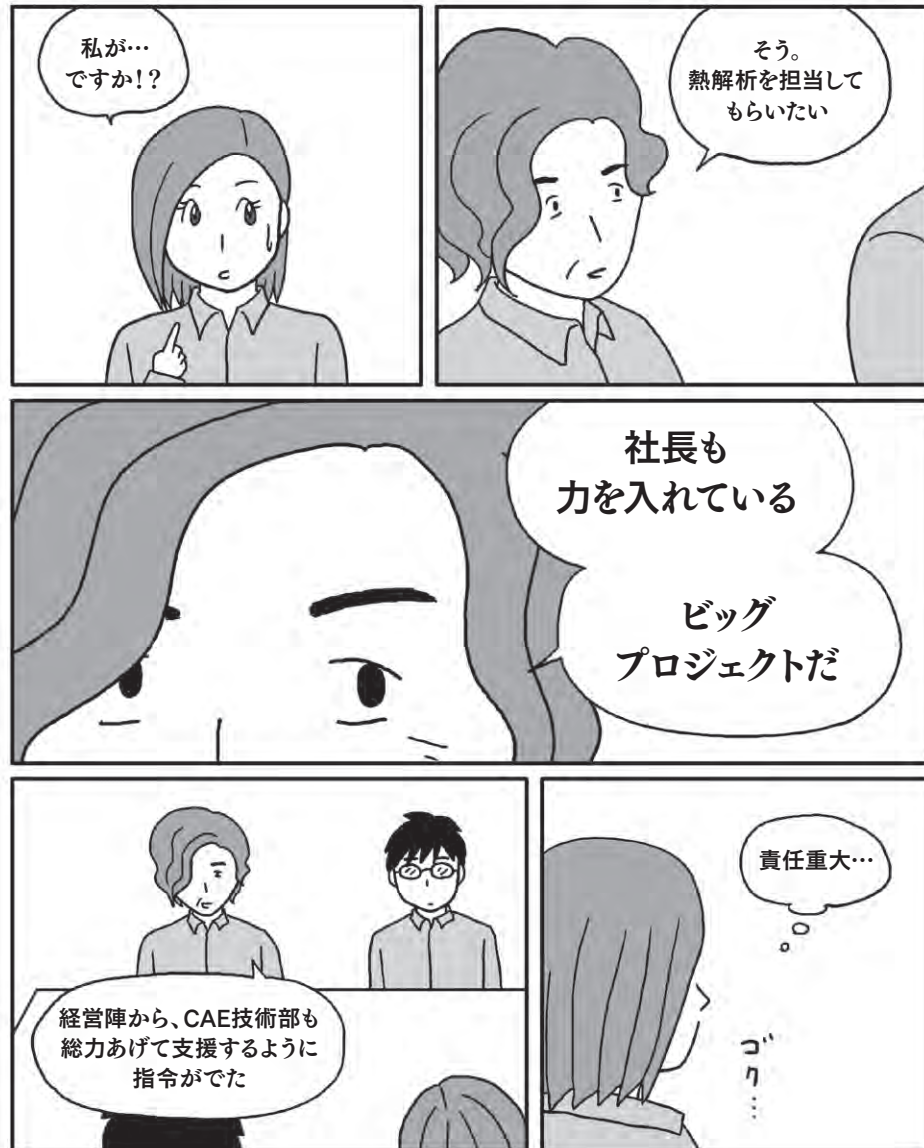






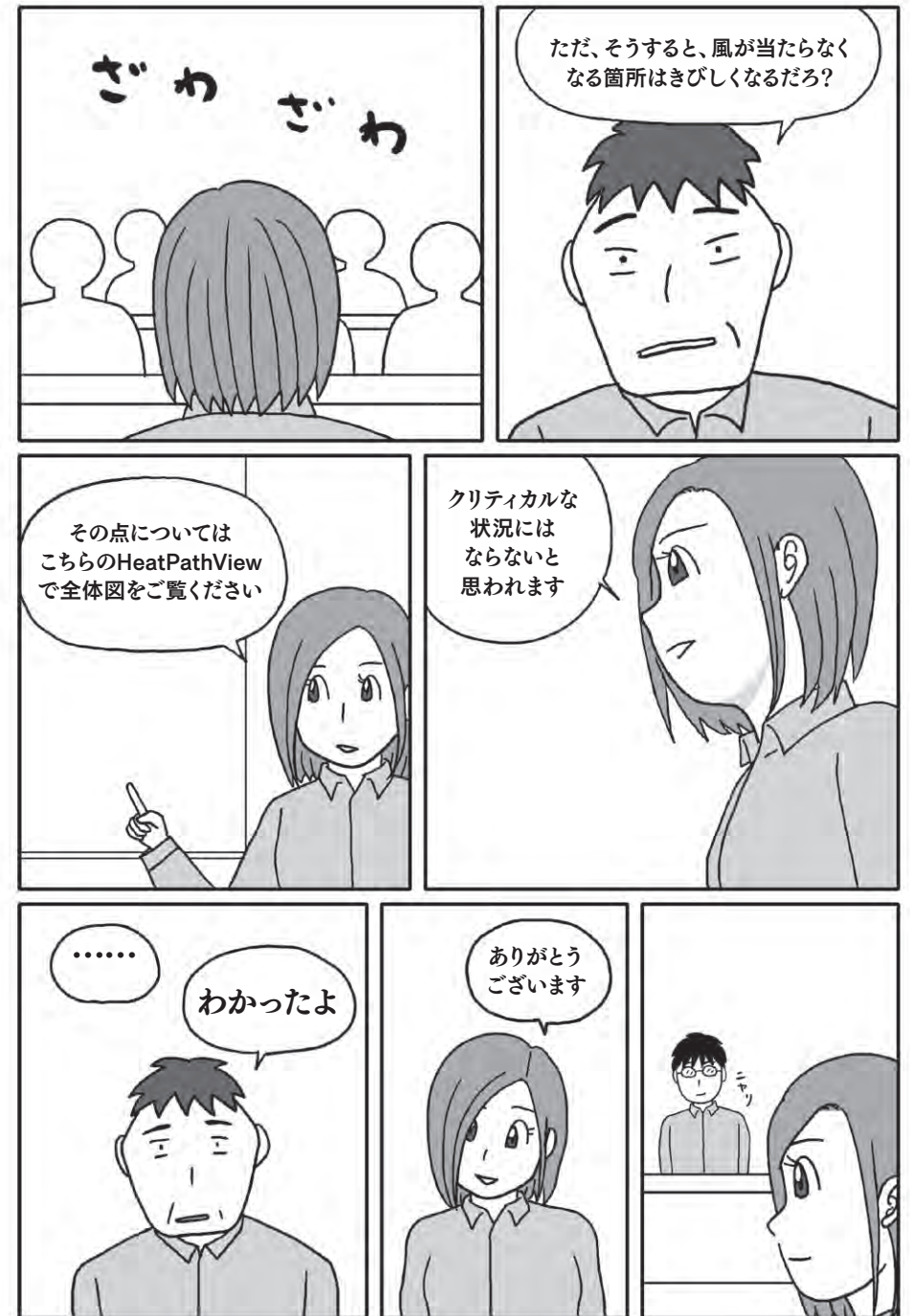
## 5-3 感情は、論理的ではない。

他人に正しく解析結果を説明するためには、論理的思考力（ロジカルシンキング）が求められます。解析結果を正しく活用するために、毎日の「Why so? So what?」を繰り返すことで、自らの左脳（ロジック）を鍛え続けていきたいものです。



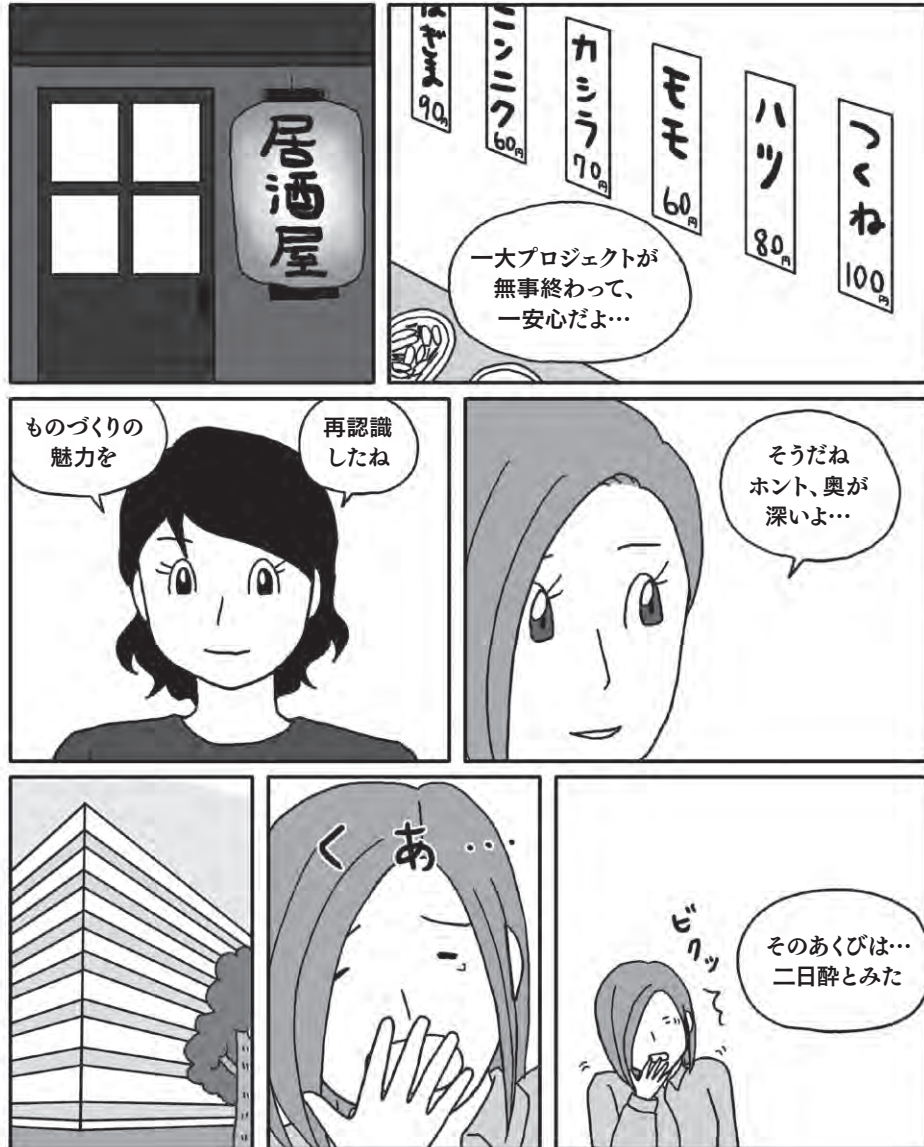




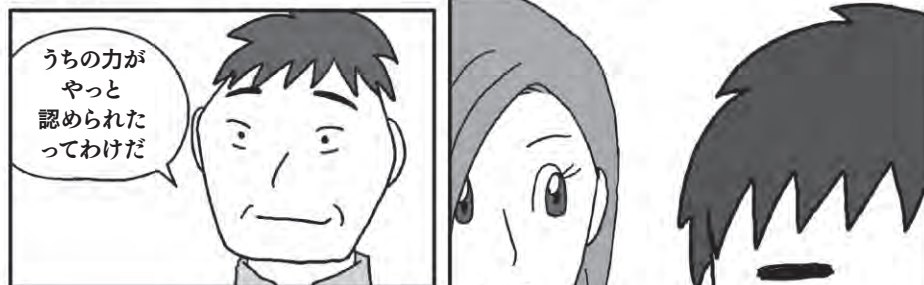
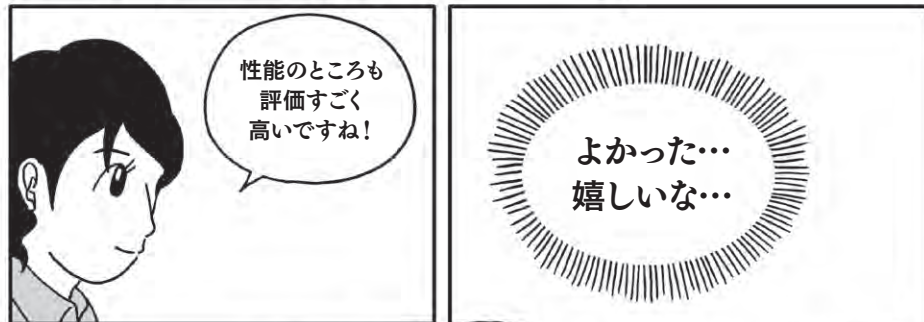


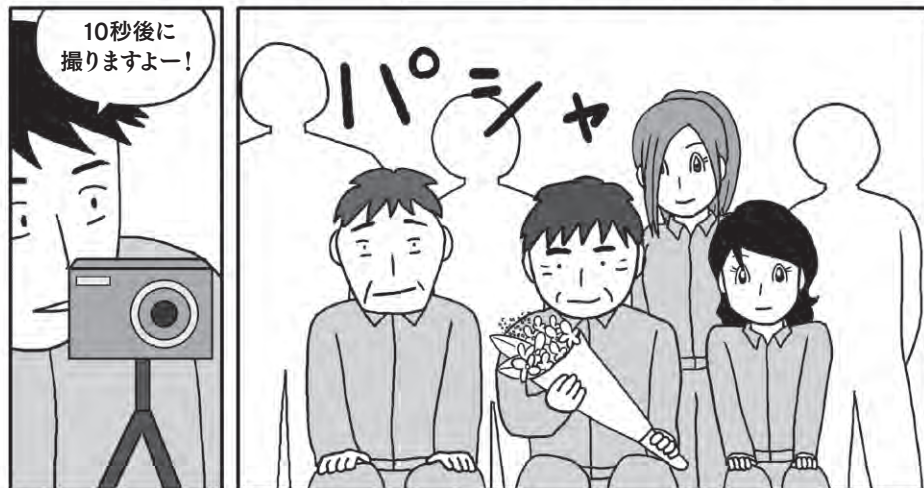
# 5-4 ものづくりは、ひとづくり。

自らの仕事が形になったときの達成感は格別です。また、その仕事に対してお客様が対価を払い、高い評価をしてくれたら、こんなに嬉しいことはありません。たとえ一人でも、応援してくれる人がいるならば、勇気が湧いてきますよね。









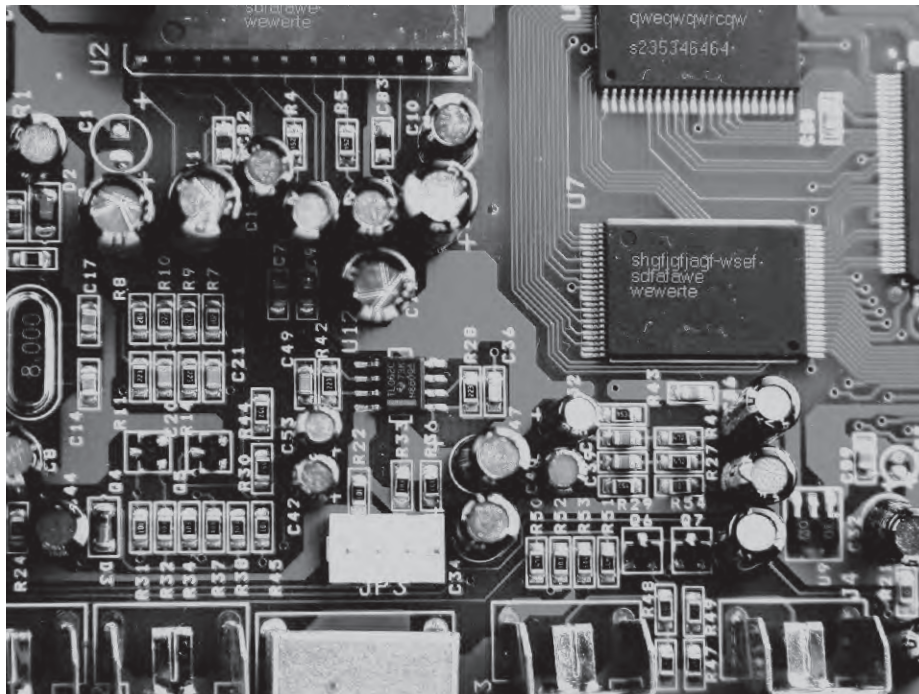




## 類は友を呼ぶ

### 同じ立場だからこそ

意外に思われるかもしれませんが、同じ解析ソフトウェアのユーザーのみなさん同士は、案外顔見知りであることは多いように思います。もちろん、機密情報に関することはオープンにすることはできませんが、ベテランのみなさんから若手まで、同じ業界の熱解析担当者ならではの情報交換はとても有益です。また、例えば熱パックのクセや特徴など、ソフトウェアベンダーからの視点とはまた違った角度のノウハウがたまっていますので、積極的にグループに加えてもらいましょう。会社は違えども、それぞれが、社内の他部署や他部門との折衝や調整といった荒波にもまれながら、熱解析を通じてのものづくりを支えています。CAE 担当者として、熱解析と格闘する日々の、その苦労や志を共有できたなら、きっと明日への活力となっていくに違いありません。



### 新しい肩書きも

昨今では、「サーマルマイスター」「サーマルマネジャー」という肩書きを耳にするようになりました。ものづくりの歴史において、自社の硬直した状況に風穴を開けるべく、新しい肩書きの人々が活躍することがありました。例えば、コンセプトという肩書きを名乗り、日産自動車のデザイン部に社外から関わり、新たなコンセプトカーを世の中に提案した坂井直樹さんは、当時車に関しては素人だったからこそ、社外から思いきった提案をすることができたと言います。菊山さんのように、つい数年前までは大学生だった人が、確かな熱解析技術を武器に、社内のさまざまな設計者への横展開を実現し、ますます開発スピードが求められるものづくりの現場を、着実に一步一步変えていくことができたなら、一人のビジネスパーソンとしても大きな成長を遂げることは間違いありません。

### 熱解析の地位を高める

21世紀のものづくりにおいて、熱解析の持つ可能性を信じる若いみなさんが、その溢れる熱意と活力で、社内のおちこちの設計者から相談を受けるようになって、そして、CAEによる支援を通じてさまざまな成果をあげたとき、開発現場における、また社内における熱解析への評価も高まっていくことでしょう。数々の経験を積んできた百戦錬磨のベテラン設計者から、「ねえ、菊山さん。ちょっとこの熱設計アイデアを試してみたいんだけど、熱解析でのアドバイスをもらえるかい？」なんて頼られる日が来たならば、CAE エンジニアとして嬉しい限りですよ。志高く、ゆくゆくは社内の経営陣からも、「熱解析はほんとうにローコスト、ハイリターンだねえ。もっともっと投資しようじゃないか」そんなセリフが飛び出す状況を、本気で目指していきたいものです。信じましょう、日本のものづくりを。そして、信じましょう、熱解析の持つ可能性を。

#### おわりに

本書をお読みいただき、いかがだったでしょうか？先達の歩まれた道を引き継ぎながら、これからも時代のニーズに適応し続けることで、熱設計も熱解析も、この先さらなる発展を遂げていくことを確信しています。最後までお付き合いいただき、誠にありがとうございました。

**私、熱解析はじめました。**

制作 ● ジャパンスタイルデザイン株式会社

© 2015 Software Cradle