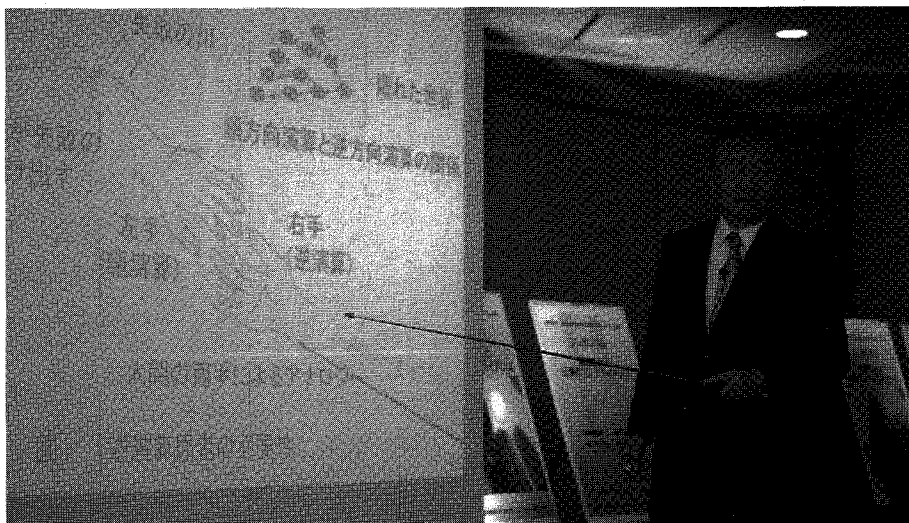


基調講演再録 失敗学のすすめ

畑村洋太郎

工学院大学教授、東京大学名誉教授

HATAMURA Yotaro



◎畑村洋太郎(はたむらようたろう):1941年東京生まれ。東京大学工学部機械工学科修士課程修了。東京大学大学院工学系研究科教授を経て、現在は工学院大学国際基礎工学科教授、東京大学名誉教授。2001年より「畑村創造工学研究所」を主宰、2002年、NPO法人「失敗学会」を設立。さまざまな失敗の原因を徹底的に究明し、失敗の分析・分類を行って、失敗知識を有効に活用するための活動を幅広く展開。専門はナノ・マイクロ加工学、知能化加工学、創造的設計論。主な著書に『失敗学のすすめ』(講談社)『失敗に学ぶものづくり』(講談社)など。その他著作、論文多数。

今日の話は三つの構成となっています。まず最初に「問題提起」、続いて本日の主題である「失敗学のすすめ」、最後に「緊急の提言」です。この順番で話を進めたいと思います。

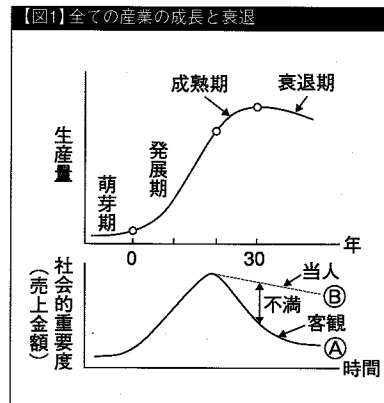
ではさっそく

「問題提起」、いま日本では何が起きているのかについて話します。

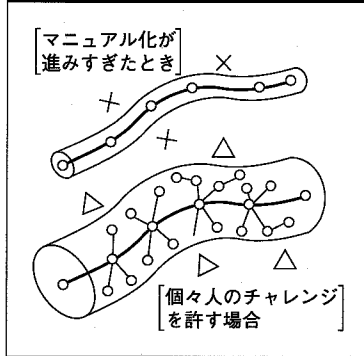
【図1】のグラフは横軸に時間をとり、縦軸に生産量をとったものです。すべての産業は萌芽期、発展期、成熟期、衰退期を通過します。発展期から成熟期の終わりまでが30年です。デタラメだと言われるかもしれませんが、これが不思議と30年です。ともあれ産業は萌芽期→発展期→成熟期→衰退期の順番に変化していきます。それに伴っていろいろなことが起こります。

一つがマニュアルの進みすぎによる問題の発生です。組織による生産行為は、各部署が持つ技術の脈絡の繋がりによって達成されるものですが、萌芽期には、その各部署が、自分が何をすればいいのかわからず、まだはっきりと分かっていません。彼らは各自、迷ったり失敗したりと試行錯誤を繰り返しながら技術を磨いていきます。この間に、それぞれにいろいろな「知見」が蓄えられることとなります。そのため組織は全体的には「知見の塊」となります。だから何か変わった事態が起きても対処が可能な状態にあります。

ところが産業発展の最終段階に入ると、どうやら上手くいくのかすでに分かっているためマニュアル化が進みます。すると悩んだり試したりといった行為は「無駄なこと」とされ、そうした試行錯誤の中で知見を身につける機会はなくなります。そうすると、一見すると立派に組



【図2】技術の脈絡の張る空間



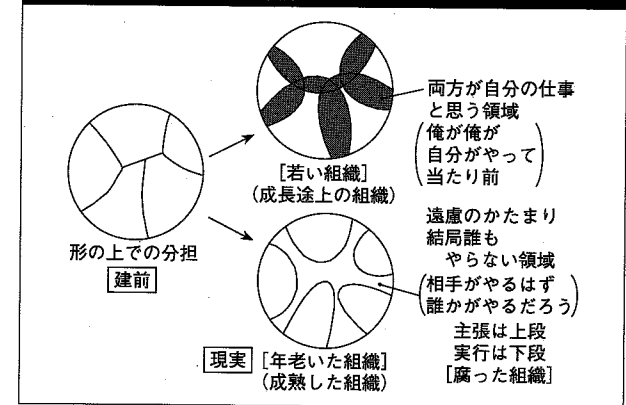
織が動いて、製品が生産されているように見えるのですが、ちょっとしたマニュアルと違った条件が発生した際には、対応が不能となってしまいます。それを表しているのが【図2】です。

やがて、この環境

で育った人がトップになります。彼らは上手くいった部分、つまりマニュアル部分しか知らずに、会社を動かしているだけなのだけれど、自分では立派に会社を運営していると思うようになります。非常に恐ろしいことです。トップ自身、知らないのに知っていると思って会社を動かすわけです。そうして事故が起こります。一昨年(2002年)ぐらいから、信じられないような事故が起こっていますが、そういう会社のトップたちは、何が危険で何が起きているのか、知っているつもりでも実は何も知らないのです。

次に「組織の中での役割分担と実際」について話をします。形の上では、組織の役割分担は抜けも重なり合いもなく作られています。しかし若い組織の中では、実際は境界がはっきりしておらず、結果として分担が重なり合う場所が発生することになります。つまり複数部署が自分の仕事だと思っているエリアが生まれるわけですが、そこは摩擦と軋轢の塊となってしまいます。でも、それが原因でいちいち組織内で揉め事を起こしているのも効率が悪いので、やがては役割分担をきちんと決め、ここは俺の島、お前の島、あいつの島、とお互いに干渉をしないやり方になっていきます。このやり方は誰もが幸せで、表面的にも上手くいっているようにも見えますが、結局は、遠慮の塊となって誰も手を付けない領域を生じさせることになってしまいます。そこはやがて「相手がやるはず、誰かがやるだろう」という領域に変わり、最後は「俺のせいじゃな

【図3】組織の中での役割分担と実際



い」という領域になっていきます(【図3】参照)。

こういうふうには社会全体が運営されてさまざまな事故が起こります。狂牛病に絡む農水省、厚生労働省の構図を考えるとよく分かります【註1】。それぞれは一生懸命やっています。しかし、こうした業務の隙間の領域のために、あのような問題が起こるのです。これが現代の一番典型的な失敗の構図です。

続いて「分岐点での選択とその結果」についての話です。例えば山登りで左右どちらのルートを進むか選択を迫られたとする。左に行くと管々と努力しつづけなければならないのが分かっている。だから、こっちのほうが楽だろうと右ルートを選択する。しかし、そのまま歩いていくうち、何か様子がおかしいことに気が付く。どうやら結局は左ルートに行かなければいけないようだ、と。しかし、もうすでに尾根が高くなっていて向こうの左ルートへは進めない。それで、おかしいと分かっているが右のルートを歩き続け、破滅に至る。

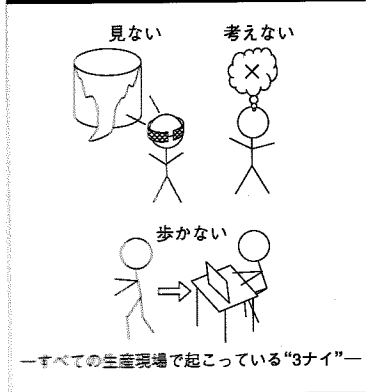
これはいろいろな企業で起こる現象ですが、とくに三菱自動車のリコール隠しを見ているとよく分かります【註2】。私は国土交通省のリコールの原因調査・分析検討委員会の委員長をしており、守秘義務契約をして当事者たちとろんな議論をします。

あまりに事故が多いので、なぜか、とろんな現場に足を運んで参りました。そして発見したのがすべての生産

【註1】狂牛病対策
狂牛病(BSE、牛海綿状脳症)対策の中で、牛の生産・出荷は農水省、食肉処理は厚生労働省が管轄する現在の縦割り行政に対し、一元管理を求める声が上がっている。

【註2】三菱自動車のリコール隠し
2000年、運輸省(当時)に入った内部告発と思われる匿名電話から、三菱自動車のクレーム隠しが発覚。リコール隠しを受け、同社元副社長ら4人と法人としての同社が道路運送車両法違反(虚偽報告)罪に問われ、それぞれ罰金20万円、40万円の略式命令を受ける。河添克彦社長は引責辞任。しかし、その後2002年に神奈川県と山口県で起きた三菱製車による事故により、新たなリコール隠しが発覚。2004年、道路運送車両法違反(虚偽報告)などの罪で、三菱ふそうトラック・バスの子会社宇佐美隆・前会長ら5人が起訴された。

【図4】見ない・考えない・歩かない



の現場で起こっている「3ナイ」現象です。見ない、考えない、歩かない、の「3ナイ」です【図4】。

現場の責任者らは、見ることが決められていて、それ以外は見る必要もないし見てはいけない、だから見ない。そして連続して何

が起こるのかを考慮することを求められていないし、許されていないから、考えない。さらに彼らは経営指標をリアルタイムで表すことが求められる。するとコンピュータへの入出力のために常時パソコンの前に座るようになって、現場を一番把握していなければいけない人がもう歩かない。現場管理者らが現場を認識できなくなっています。

さらにはこんな問題もあります。「形だけの管理の盲点」です。ある工場では、現場に火事に備えて消火器が多数用意されており、従業員らもキチっとした消火訓練を受けていました。ある日、その工場の天井からぶら下がった看板が突然、火を吹いたので、従業員らは消火を試みました。しかし工場にはその看板まで届く消火器が一つもありませんでした。これは実話です。みんなで本当に一生懸命訓練していた、努力もしていた。しかし想定外の事態には何の対応もできなかったのです。

実はこういう時は、訓練がきっちりとされているほど対応不能に陥ります。本当はもっと緩やかでもいいから、本当の火事はどこに起こりうるのかということ、自分たちで探しながら訓練をしないと、こういう想定漏れという形で事故が起こるのです。

2004年8月、美浜原発でパイプの減肉によって冷却水が噴出する死亡事故が起こりました【註3】。あれはこの想定漏れの最たるものです。何をチェックしなければなら

【註3】美浜原発事故

2004年8月、関西電力美浜原発3号機(福井県美浜町)の高温蒸気噴出事故が発生。5人が死亡、6人が重軽傷を負った。敦賀署の捜査本部は、業務上過失致死死傷の疑いで兵庫県西宮市にある関電の計算センターを自宅捜索。事故をめぐっては、同社の品質管理や、国の管理責任を問う声が上がった。

【註4】失敗学

失敗学とは、「生産活動には、事故や失敗は付き物である。これら、事故や失敗は小さなものから、経済的損失につながるもの、負傷を伴う大きなもの、さらに多数の死傷者を出す大規模なものまである。特定非営利活動法人「失敗学」は、こういった事故や失敗発生の原因を解明する。さらに、経済的打撃を起こしたり、人命に関わったりするような事故・失敗を未然に防ぐ方策を提供する学問である」。また、2002年12月、畑村洋太郎氏を会長とする特定非営利活動法人「失敗学」が設立された。詳細は<http://www.shippai.org/shippai/html/>参照。

ないのか最初のリストから漏れていたのです。こうなると、あとは事故が起こるだけです。

さらには「時間配分の建前と実態」の問題もあります。

ある企業で事故が続出しました。

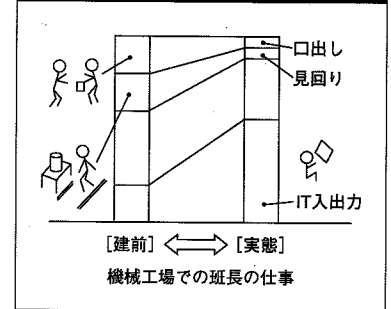
社長は原因がどこにあるのか調べようと、工場の10人ぐらいの作業員の長である班長の行動をストップウォッチで計って、その時間配分の実態をチェックしてみました。するとコンピュータへの入出力に大きく時間を取られて、「口出し」と「見回り」のための時間が、本来やることになっている時間よりずっと短縮されていたことが判明したのです(【図5】参照)。実際、いろんな企業でこの問題が起こっています。しかし誰もそのことを全然把握せず、形だけの責任と管理の遂行を現場の班長などに求めています。こうした形式主義が日本の事故をどんどんと生み出しているのです。

去年(2003年)と一昨年(2002年)で実にたくさんの工場火災が起こりました。あの形の事故はみんな気をつけているのもう余り起こらないでしょうが、これからは同じシナリオで違う形の事故が出てきます。

このように問題が各所に存在するため、私は「失敗学」というものをつくりました【註4】。よく聞かれるのですが、この失敗学は、別に失敗を防ぐための学問というわけではありません。誰でも失敗をします。では、その失敗をどう考えたらいいのかというので出来上がっていったものです。学というほど立派でもないという人もいますが、まあ勝手に「学」を名乗っているだけと教えてください。

では、これから失敗の必要性、原因と経過、必然性、失敗知識の伝達、失敗を生かす工夫について話をしたいと思います。

【図5】班長の時間配分の建前と実態



科学的理解を獲得するための 失敗体験

まず「失敗体験の必要性」についてですが、これは今日の話で一番大事なものです。

人間は新しいことに挑戦すると必ず失敗します。99.7%の確率で失敗します。いわゆる千三つというやつです。たまたま物事が上手くいく確率が経験的に千に三つ、つまりは300分の1と言われているところからきていますが、あとでお話しするハインリッヒの法則も300分の1となっています。

ともかく失敗をすると、みな最初に「しまった」と思います。そして次に「困った」、さらには「痛い」とか「損した」です。そのあと考えるのが人との関係で、「恥ずかしい」、「人に知られたくない」、そして「できれば隠したい」と思うようになります。そして同時に「もう二度と同じ失敗を繰り返したくない」と強く思います。このようにして受け入れの素地としての体感・実感ができるわけです。そうすると今度は自ら知識や経験を求め、やがては最後に真の科学的理解を獲得するわけです。

では科学的理解というのはどういうことでしょうか。それは毎回、自分の目の前で起こっている事柄ごとに、現象の因果関係をきちんと把握する、現象のモデルをつくる、条件の変化による現象の変化を予測する、そして予期しないことへの対応を正しくする、ということです。これが「科学的理解」です。

このための能力は能書きを聞いたり、万巻の書を読んだりして獲得できるものではありません。自分で行動するしかありません。そして行動すれば必ず失敗します。つまり真の科学的理解を獲得するためには失敗するしかないわけです。だから、そういう意味で失敗は必要なのです。

次に、こうした真の科学的な知識を持った技術者の話をしたいと思います。

今から10年ほど前、出雲でたたら(多々良)製鉄【註5】というのを見せてもらったことがあります。たたら製鉄と

【註5】たたら(多々良)製鉄
古来から出雲地方を中心に行われてきた、鉄原料として砂鉄を用い、木炭の燃焼熱によって砂鉄を選別し、鉄を得る製鉄法。同製鉄で産み出される錒(ケラ)は不純物が極めて少なく、また、熱処理後の研磨面の美しさなどから日本刀の原料などに使用された。

は日本刀に使う玉鋼を作る日本古来の製鉄法です。粘土で作った炉の中に砂鉄と木炭を入れて、ファイゴ(これを「たたら」と言う)で風を送って3日3晩かけて玉鋼を作るのです。私はこの工程を隣で見せてもらいました。そして村下(総作業長のことをこう呼ぶ)が頭の中で何を考えながら作業しているのか知りたかったので邪魔をしながらいろいろと聞いてみました。

グチグチ音がするので、「あれは何」と聞くと、「よく自分で聞いてみる」と彼は竹の筒を持ってきてくれました。その竹筒を使って聞いてみると、まるでお腹の中に聴診器を当てたようなシャーという音がする。それが何の音が聞いてみると、「ファイゴで吹き上げられた鉄のしずくが落ちてくる音だ」と村下は事もなげに言います。なぜそんなことを知っているのか聞いてみると、「俺は穴をあけて覗いた」と言います。炉の中の温度を聞いても、1100度だと知っている。しかも、それは自分で熱電対を自作して計ったものだという。試しにその熱電対の材質を聞いてみたら、「白金・白金ロジウムでこうくっつけて……」と。炭素の含有量を聞いても、これも「2%ちょっと」と答える。それも自分で分析して調べたという。さらに、ファイゴでやらずに連続送風でやればいいじゃないかと根本的な質問をしてみました。すると「俺もそう思った。だけど実際にそのシステムを作ってやってみると全部フン詰まりになってしまった。吹き上げるだけじゃダメで、風が止まって落ちてくるときに中で精錬作用が起こっているようだ」と、もう、彼はこのたたら製鉄についてすべて知り尽くしているわけです。私は驚いてしまって、いったい何者なのかと聞いたら、彼は日立金属という世界一の特殊金属の会社の作業長だったのです。このたたら製鉄の伝統的な村下がリタイアするとき、この技術が全部消えてしまうのも、あんまりもったいないので弟子入りして作業を始めたというのです。

教え方が実にユニークなのですが、書き付けとか図面とかの規格は全くないらしい。自分で作業をやって、疑問に思ったら聞く、それだけ。しかも、疑問に思ったら何か聞くと、「俺ならばこうやる」と教えるのだという。

どうしてそうなるのか聞いてみると、「規格で決まった成分だけを集めて作られるのは普通の工業製品。このたたら製鉄で作られる玉鋼は、いろんな自然物を集めて使っている。決まりきったやり方を墨守すれば作られるようなものじゃあない」と言う。その場で起こっている現象を自分の目で観察して、その都度、何をすればいいのか考えながら作っているというのです。もう脱帽でした。

設計をやる人間で、これを知らなきゃモグリだと言われる三つの事故があります。「タコマ橋の崩落」と「戦時標準船の沈没」、そして「コメット機の墜落」です。

タコマ橋崩落ですが、アメリカ・シアトルのタコマ湾に、1940年、長さ1キロの吊り橋がかけられました。安くて速くて軽い3拍子揃ったこの吊り橋は周囲から大きな期待が寄せられていましたが、いざ出来上がってみると、振動が大きく非常に危ない橋だった。それでワシントン大学の研究グループが16ミリフィルムをつけて観測していたら、本当に大きく揺れ始めた。最初は横に橋桁が動いていたのが、段々と縦に大きく揺れ始め、やがて橋は崩落してしまった。

アメリカは徹底してこの事故の原因究明を行います。それで分かったのが横風による自励振動という現象です。これが原因で吊り橋が落ちたのです。これは、平らな吊り橋が横風を受けると、後ろ側に空気の渦が生じ、それによって吊り橋は捻り振動を始め、やがて落ちてしまう、というものです。捻りに強くするためには橋桁を箱構造にする必要があったのです。それでアメリカはそれまでに作られていた巨大橋をすべて改造して箱構造に作りかえ、同時にタコマ橋崩落に関する情報を世界中に知らせた。それからもう吊り橋は落ちなくなりました。

世界中で一番大きな吊り橋は日本にある明石大橋です。これは長さ2キロのものですが、秒速80メートルの風でも落ちません。モデル実験も済んでおります。タコマ橋は19メートルの風で落ちましたが、失敗から得た知見が世界中に発信され、各国で生かされることで、質の高い技術が出来上がっていったわけです。

次は戦時標準船、別名リバティー船の話です。アメリカ

は第二次大戦中、ヨーロッパに兵員と武器を輸送するための船を大量に生産することになりました。それまで船の鉄板はリベットという鋸で繋がれていましたが、アメリカは、すべて溶接で繋いだリバティー船を開発し、結局、第二次大戦中に5000隻ほど作るのですが、このうち約3割近くの船が、冬、北方を通るとき、全くの原因不明で割れたり、欠けたり、沈んだりしてしまいました。

アメリカはこれも徹底して原因究明します。その結果分かったのが、「低温脆性」と「水素脆性」でした。温度が低くなると金属そのものが脆くなってしまいうのが低温脆性で、これがリバティー船の破壊の一番の原因でした。もう一つの水素脆性とは、溶接の際、金属に空気中の水素が入り金属が脆くなってしまいう現象です。アメリカは低温脆性と水素脆性の二つの現象を世界中に情報発信します。おかげで戦後、世界中で金属の構造物は壊れずに作られるようになります。

三つ目がコメット機の話です。ジェット機時代の到来を見据えたイギリスは、1942年ごろ、政府主導でジェット旅客の開発プロジェクトに着手します。それで出来上がったのがコメット機でした。戦後7年ほど経って、ようやくこれが商業ジェット機として飛ぶようになるのですが、全くの原因不明で墜落しました。そこでイギリスのチャーチル首相は「イングランド銀行が空になってもいいから、何とかして原因を究明しろ」と命令した。イギリス政府の威信をかけた調査が行われました。分かったのが金属の疲労破壊の評価方法の問題、実際の使用時とは異なる条件下で実験が行われていたことでした。金属に繰り返し力を加えると、やがて金属は疲労し、最後は割れてしまいます。高空では機体の内外の圧力差が激しく、地上とは比較にならない力が飛行機の胴体に加わります。当然、航空機会社でも、それを考慮した疲労実験を行っていましたが、途中で耐圧試験も挟んで行っていたのです。そのためその被験金属が圧縮されてしまい、亀裂発生が抑制され、実際の10倍以上に寿命が見積もられていたのです。品質確認試験は実際の使用状態に限りなく近い状態で実施する必要があったわけです。

イギリスはこの情報を世界中に発信し、これ以降、飛行機の本体が金属疲労によって壊れるという事故は起きていません。

日本にもこんな話があります。1970年、三菱重工業の長崎造船所で新しいタイプのタービンロータの試運転中、突然、タービンが割れて吹っ飛びました。11トンある鉄の塊は1.5キロ先にある標高200メートルの山の上に落ち、別の9トンの塊は800メートル先の海中に落ちました。

三菱重工がこの事故の原因究明を徹底して行った結果、このようなことが分かりました。鉄が鋳型の中で固まる際、外側から凝固が進み、最後に芯の部分が固まります。この芯のところには不純物やらガスやらが搾り出されて溜まっていたのです。冷蔵庫で作られた氷の真ん中が白くなりますね。あれは空気が搾り出されて残ったものです。これと同じ現象が大がかりに起こり、そして、タービンロータの中に小さなアブクが残ったことが事故の原因だったのです。

三菱重工は原因究明と同時に、それまでに作られたタービンを全部作り直し、情報を世界中に発信します。それまで世界中で年に3回ほどタービンが吹っ飛び死亡事故が起きていましたが、以来この種の事故は根絶されました。

失敗に関する情報を発信することで現代の技術が出来上がっているのです。

なぜ失敗体験が生かされないのか

今度は逆に、欲、得、便利さの前には、どんなに立派な警告や知識でも消えてしまうという、失敗情報の減衰に関する話をします。

110年前、三陸海岸に大津波が襲って一晩で2万2000人が流されて死にました。とくに釜石の新日鉄製鉄所の近くにある唐丹村では6477人全員が亡くなりました。もうちょっと南にある綾里村では1933人死んだ。白浜というところには38メートルという津波がきています。38メー

トルという13階建ての建物と同じ高さです。白浜付近のこの38メートル地点には石碑が建っていて、こう書いてあります。「大津波記念碑。高き住まいは児孫に和楽、想え惨禍の大津波、ここより下に家を建てるな」。

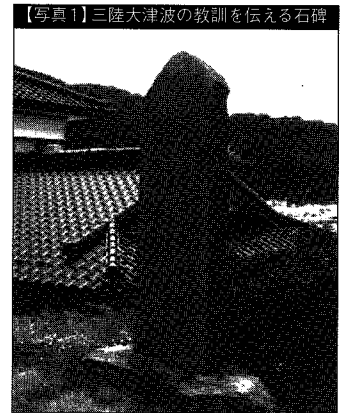
明治29年にも昭和8

年にも大津波が来てこの部落は全滅しています。しかしこの戒めにもかかわらず石碑の側下に家が建っています(【写真1】)。三陸は山がストーンと海に落ちたような地域で、畑も田んぼも作れませんからみんな海で生計を立てています。それで「いちいち38メートルも上がったり下がったりやっつけられるか」と、下に家が建てられる。そしていずれ死ぬのですが、みな自分が生きている間は津波は来ないと勝手に信じているのです。

労働災害にハインリッヒの法則というものがあります。重大災害1件の陰には、かすり傷程度の軽災害が29件ほどあって、さらにその陰には300件程度のひやっとした体験があるというもの。「1:29:300の法則」という非常に大事な法則です。ハインリッヒは1940年ごろのアメリカの保険会社の調査部長ですが、この人が言いたかったのは、一件の重大災害の前には300件の知覚されているトラブルがきちんと起こっている。その小さなトラブルのときに原因の連鎖の一つでも取り除いていればその災害は防ぐことができるのだ、ということです。

しかし実際には、みんな逆に使っています。つまり「300件のうち1件しか大きな事故にはならないんだから、そんなに真面目にやることはないよ」と、こうです。こうしてハインリッヒの逆法則で世の中は動いている。しかし、これは必ず酷い目にあうことになります。

日本ハムの牛肉偽装事件【註6】を覚えているでしょう



【写真1】三陸大津波の教訓を伝える石碑

【註6】牛肉偽装事件

2002年1月、BSE(牛海綿状脳症、狂牛病)対策として農林水産省が実施した牛肉買い取り制度を悪用し、雪印食品の関西ミートセンター社員が輸入牛肉を国産用の箱に詰め替えて偽装していたことが発覚。直後に、雪印食品が国産牛肉の産地を偽装していたことも発覚し、同年4月30日に雪印食品は解散した。また、同年8月には、日本ハムが、同じく牛肉買い取り制度に絡み、制度の対象外となっている外国産の在庫牛肉を業界団体に買い取らせていたことが発覚。相次ぐ食肉偽装事件が社会問題化した。