



Keio University

1858
CALAMVS
GLADIO
FORTIOR



KEIO 150
Design the Future

2008年、創立150年を迎えます。

林喜男名誉教授講義（2005年10月1日）

< 司会 >

ただいまより、慶應義塾創立150年記念、林喜男名誉教授講義を開催いたします。本日は慶應義塾三田キャンパスにお越しいただき、誠に有難うございます。御蔭様で慶應義塾は2008年に創立150年を迎えることとなります。これもひとえにたくさんの皆様のご支援、ご愛顧の賜物であると、心より感謝申し上げます。

さて、本日の講義は創立150年を記念いたしまして、長く慶應義塾においてご教鞭をとっていただきました先生に改めて感謝いたし、その意を表すために、義塾のキャンパスにお戻りいただき、ご講義を行っていただくというものでございます。また、先生にご指導いただいた、たくさんのご卒業生、関係者の皆様にはご卒業後も、発展を続けている義塾の姿をごらんいただきとともに、懐かしい恩師の講義を受講していただくことで、改めて学問の素晴らしさを感じ取っていただくという企画でございます。本日は、研究室、理工学部以外の方にも、広くご案内させていただいております。先ほどご説明いたしました趣旨による講義となりますので、若干、卒業生向けの内容となるかもしれませんが、ご了承の程、よろしくお願いたします。

さて、本日の講義でございますが、安心できる社会の構築はできるか。事故の原因は物理的・機械的な欠陥が原因か、人間の性格的特性が原因なのかを探る、をテーマに、慶應義塾大学理工学部管理工学科の林喜男名誉教授にご講義いただきます。林教授は昭和25年に本大学工学部をご卒業され、本大学院博士課程を経て、昭和30年より、本大学医学部の助手としてご就任された後、工学部に移られ、昭和44年より教授として平成3年3月の退任までご教鞭をとられておりました。教授はその当時の日本では大変珍しい医学博士と工学博士の二つの学位をお持ちになられ、昨今では学部間の連携強化が当たり前のようになされておりますが、林教授は昭和40年代に既に、医学と工学の連携、いわゆる医工連携に着眼し、今日の間工学の基礎を構築されました。本日の講義も、人間と機械の関係について、お聞かせいただけるのではないかと考えております。それでは林教授、よろしくお願いたします。

< 林先生講義：「安心できる社会の構造は出来るか？」 >

ただいま紹介にあずかりました林でございます。昭和25年に大学学部を卒業して大学院に行き、長い間慶應にいて授業をこなしていたのですけれども、現在は80歳に近くなっておりまして、昔のように、講義をしたときに、2時間もつかどうかという確証がございません。(笑)まあ、やっている最中にダメだったらダメだし、よければよいつてというような初めての試みなので、ご勘弁ください。

多分80歳の方がこんなに長い間、講義をするのは初めての試みじゃないかと思っておりますので、どうなるか分かりませんが、やってみましょう。ですから、もしも、変なことが起こりましたら、変なことというのは、ここで倒れちゃったとか、ちょっと休みたいよというようなことがありましたら、少し休ませてください。

まず、この表題で、一番今、気にしているのは、安心できる社会の構築ができるかということ、安心ができるって、安心とは何かというようにあります。安心っていうのは、心理的な気持ちで、ああ安心だったという気持ちで、多分機械が安全であれば、例えば飛行機が非常に信頼性が高く墜落する可能性が少なければ多分安心しますよね。ところが、最近みたいに飛行機のいろんな事故があると、飛行機に乗ろうかな、それとも新幹線にしようかなとかいって、安心できないところがあって、



Keio University

1858

CALAMVS
GLADIO
FORTIOR



KEIO 150
Design the Future

2008年、創立150年を迎えます。

どうしようかっていうことになるわけですね。そういうのは信頼って言葉で置き換えられると思うんですけども、信頼できれば安心できるというふうには、文系の方はそれは違うよって言われるかもしれませんが、私自身はそういうふうには理解しております。要は、機械が故障しない、あるいは故障するということによって、人間は安心したり不安になったりするわけですね。私はずっと機械に関する色々な安全問題をやってきたんですが、最近、社会を見るとそんなことよりも、何か知らないうちに殺されてしまうとか、何か歩いているうちに後ろから棍棒で殴られるとか、そういうような社会不安がおこり、何か非常に不安な社会になってきていますね。そういうようなものを、じゃあどういふにすればいいのかっていうことも考えなくてはならないわけですけども、何しろそちらの方は最近の話で、私自身の専門ははじめ工学部を卒業したせいもあって、機械安全っていうようなところから物事が出発しておりますので、ものの考え方は機械の安全っていうところから出発したいと思います。

そういうようなことを考えているときに、丁度いいって言っちゃ悪いんですけども、この間JR福知山線の脱線事故がございましたよね。資料の【NO.1】がそうですね。【NO.2】は北伊丹駅付近の現場運転状況です。【NO.3】は運転士の「心と体」の状況を示したものです。よく言われるように、電車っていうのは一両、二両、三両目に乗るもんじゃないよ。何か事故があると必ず一両目、二両目、三両目の乗客に何か損傷が起きると。で、私も実は今迄、それを守っているんですよ。一両目は乗らないです。それは、一両目に乗って、私は追突事故に遭ったことがあります、これを教訓としています。その時には、座っていたんですが、座っていたために椅子から、5~6メートル飛ばされましたけれども、座っていた分だけクッションがかかっていたせいもあって身体的傷害はなにもなかったんです。それ以来、電車というのは、もしも立っているときには必ずつり革を、二本持つ。これはその時の経験ですね。できればつり革と鉄さく、右手で鉄さく、左手につり革を持ち、体を進行方向に少し向かせて、いわゆる進行方向に体を向かせるんじゃなくて、斜めはすぐらいにもって、足を踏ん張って外を見ているのが一番いいと、その時思いました。何しろ電車に乗っているときは、普通安心しきって乗っているんですね。ただ私は1回追突事件に遭ったことがあるんで、一両目は乗らないと。三両目だったら何とか乗って、それでつり革を持って立っていれば絶対大丈夫と。もっといいのは椅子に腰掛けると。しかも空いた椅子じゃなくて、無理矢理椅子に腰掛けると。(笑) そうすると隣の人からのクッションでもって、何とかなるんですね。

福知山線の事故では、一両目が非常に悲惨な事故になったわけですけど、これはなぜ起こるか。何故起こるかというのは状況を考えてみれば当たり前ではないでしょうか。状況では、割合と線路がずーっとカーブしているんですね。そういうカーブしているところで、早い速度で走っているものですから、脱線をしたわけですね。それでこういう事故になってしまう。こんな事故ってというのはそれほどあるわけじゃないんですけど、脱線するまで加速する必要はないんじゃないかと。

で、まず、最初に思ったことは、福知山線の脱線の事故調査中間報告、【NO.2】ですが、人間工学の方から見ると、調査が足りないと思ったんですね。それはまず、何があったかというと、ブレーキをどこでかけてどうなったかっていうこと、ここではブレーキを2度かけているんです。通常運転は図にあるように、高見運転士は通常のブレーキをポイントから5秒遅れて常用ブレーキを切った、すなわち大体120から100キロの間でカーブを切ったという。大体、人間工学から考えると、どうして運転手はそんな高い速度で運転できるようなものを作っているの、警告が出ていたのか、と、思うんです。それは何かおかしいじゃないのかと思っておりました。実は私はずっと前から、私鉄の加速・ブレーキを一つの操作で出来るワンハンド加速・ブレーキのほうが、安全性は高いと思っています。JRの福知山線で使っている鉄道のブレーキとアクセルはちょっと違ってきます。JRは両手操作でブレーキとアクセルを操



Keio University

1858

CALAMVS
GLADIO
FORTIOR



KEIO 150
Design the Future

2008年、創立150年を迎えます。

作する方式です。

皆さんがJRに乗って運転席を見たことがあると思いますけれども、操作桿が2つあるんですね。2つってというのは、これは加速、減速ってやつですね。加速。なぜ加速が左回りか、減速が右回りか？ 人間工学で考えると、この二つの操作で右手が加速する、左手で操作する方式で、右回りか左回りか、どういう時に右回りが便利であるか。どういう時に左回りが便利か。瞬間、どちらに先に回すかというようなことをきちっとデータをとって調べなければいけないわけですね。大体、JRはこういう加速減速を、両手動作で行っているのですよ。多分、こういう右手で加速し、左手で減速するというようなことは、熟練した運転士なら電車をスムーズにうまく、カーブも非常にうまい具合にできるのですが、未熟な人はできない。二変数制御と一変数制御では、安心という点では一変数制御の方が、脳の構造から分っていることです。ところが不幸にして、JRでは安全に対する調査が欠けているように思います。

電車ですから、減速するとどちらかにこう、必ず回転力ができちゃうんですね。そんなことはおかまいなしに更に加速しますから、それがいわゆる回転力になって脱線しちゃうと。今、私は、ただ機械的な構造からそういっているだけですが、これは本当は、この車両を使って、それを実証しなければいけないんですね。で、多分、最近はこういう右手で加速、左手で減速とか何とかってというのは、結構あります。前に述べたように、私鉄はワンハンドルノッチなんですよ。国鉄みたいに、うまいことやろうと思わない、安全第一で行っています。このノッチを前にすれば飛行機と同じように前進だ。こっちに引っ張れば飛行機と同じように減速。これを一つのノッチでやるのです。

これには色んな理由があるんですよ。なぜこんなふうなことになったのかということ、人間工学から言うと、人間は単純な方がいいと。過ちをするというのは、複雑だからいけないんです。瞬間的に脳が判断できる時間は、年と共に長くなります。なるべく人間ってというのは、いざとなったら単純なことしかできないんだから、単純にきなさいというのが、私の原則なんです。

えーとまあ、間違ったことを言うかもしれないんですけども、多分、聞くところによると、JRもワンハンドルノッチを考えているというふうに使われています。それは安全の面から考えているのか、実は、JRさんも色んな車線、例えば私鉄の線路に乗り換えていくというようなチャンスがすごく増えているのでワンハンドルノッチを考えているようです。

それは別にしてもですね、なかなかいいものもありますよ。それはデッドマンスイッチというんですが、デッドマンスイッチってというのは、ご存知だと思いますけど、今、私、ここで何かやっているうちに、意識不明になっちゃうとですね、電車は行きっぱなしになっちゃうので、これを意識のあるときはいつもボタンを押して、意識不明になり、離れると車が止まっちゃうというようなシステムなんですね。やっぱり人間の安全性を考えて、人間はいつ心臓が止まるか分かりませんから、そういうようなことを想定してシステムを作っています。

話を航空機事故に変えましょう。【NO.4】の資料を皆さん覚えているかと思いますが、日本航空の片桐機長が航空機を操縦しているときに、心身喪失した事故があった。いわゆる心臓が止まっちゃったんですね。これは今まで一番多い事例です。このときは副操縦士が代わって安全には、着陸いたしましたけれども、こういうことは、結構あって、12年間で146件もありました。これは心臓麻痺ですね。いわゆる、本当は心臓麻痺と一言では言えないんですけど、こんな事例は結構あるんですよ。それを思うと、もう飛行機に乗りたくないというかもしれないんですけど、統計では急死が17件、そのうち5件が墜落して、148人が亡くなりました。12年間で146件。これは少ないと思う人は少ないと思うし、あぁ多いなと思う人も多いと思います。

ちょっと話がそれますけれども、人間には大雑把にいうと二種類の性格があるんですね。例えば、駅



Keio University

1858

CALAMVS
GLADIO
FORTIOR



KEIO 150
Design the Future

2008年、創立150年を迎えます。

で電車が来た。ドアが開いている。よしって行って駆けて行ってドアを押さえながら電車に入る人、もうこれは間に合わないからと言って無理はしない人と、この2つに確実に分かれる。これは、ツベルクスキーっていう人が、かなりの研究をやって、大体この2つに分かれるという研究結果がある。

皆さん方が麻雀をやるとすれば、私はほとんど麻雀をやらないんですけど、麻雀をやる人で強い人ってというのは、こういうふうに危険を顧みずテンパイする人なんですね。当たり前ですよ。気が弱いと、誰かがテンパイしているから振りこんでしまうといけなくて、危険パイを振らない。いつも勝たない。だけど気の強い人ってというのは、よしと、自分の手が悪いのにテンパイをして、それで上がってしまう。そういう2つの性格に分かれる。

そういう意味では気の弱い人の方が安全なんですね。でも勝たない。この間みたいに、フライトの前輪がでなかったと。やあ、これはもうダメだっていうパイロットと、よし、これだって何かうまい方法を使って何とかやろうという人と、この2つに分かれるんですよ。大体この間の機長はよし、大丈夫だ、こんなのは随分練習してるからって言って、安心していられる強さの人だと思います。

で、要するに、人間社会は、おお大丈夫だよ、俺に任せておけという気持ちでやれば成功するし、そうでなければ失敗する。でも必ずしもそうではない。このようにツベルクスキーさんは、大体人間というのは二通りあって、あなたはどちらですか、なんて聞かれて、私もね、自分で思ってみると、2つの面があるんですよ。いわゆるその、気の弱い面がでてくる場合と、気の強い部分がでてくる場合がありますね。大体気の強い面がでてくるというのは、割合とそういうことに習熟しているやつには、強い性格が出るんだけど、あんまり習熟してないのは、弱気になってしまいます。

さて先ほどの片桐機長のように心臓が止まるような事態になるというときに、私も実は先ほどの紹介にもありましたように、医学的なこともきちっとやろうと思っていた時期がありましたので、事前に感知できる方法がないだろうかというようなこと、これは随分考えました。R-R 間隔の変動の測定も随分やりました。

人間の体ってというのは、リラックスしている時には割合とバラつきがある。例えば心臓はドキドキドキドキドキってやってますよね。だけどそのドキとドキとの間ってというのはR-R 間隔っていうんですけど、どうも R-R 間隔ってというのは一定してないようだというようなことが、なんとなくわかって。医学部のほうでもそういう話があって、この、ドキドキドキって、R-R 間隔を計測することによって、その人が精神的にすごくハードになっているかなっていないか、大体精神的にハードになっている時に、心筋梗塞を起こしたり、あるいは操作を間違えたりしますので、そういうものを測定する方法を考えましたね。

人間ってというのは、ストレスが高くなると緊張する。緊張するということは何かっていうと、R-R 間隔、ドキドキドキドキってという、その間隔が非常に周期的になるのです。間違いなくどっどっどっどっどっどっていうんですよ。で、リラックスしているときは、どっどおー、どっどおーとかいってですね、割合とR-R 間隔がバラつきがある。そのR-R 間隔のバラつきを測定して、今、操縦している機長が、その、緊張、過緊張の状態なのか、過緊張になっているか、なっていないかのその状態を生理的に測定ができないだろうかという考えです。測定法は、心電図をとって、R-R 間隔をとるわけです。R-R 間隔をとるってというのは、簡単にこう言えるけれども、かなり正確に測らなきゃいけないから、そこで、私はそこで、今度は工学者として、こういうのを精密に測る方法はどうだろうかというんで、その方法を考案しました。

今もさかんに使われているんですけども、いわゆる、フーリエ級数じゃない、もっと新しい方法でその間の間隔を測って、ある程度うまくいくんじゃないかと思って、ボーイング767の飛行機の操縦シミ



Keio University

1858

CALAMVS
GLADIO
FORTIOR



KEIO 150
Design the Future

2008年、創立150年を迎えます。

ユレータでパイロットの心電図を図り、R-R 間隔の変動を測定しました。何しろ多くの計器を見て操縦するんですから、いざとなると神経がびりびりしますよね。その時にあまりにもびりびりし過ぎてないかどうかというように測定する装置を開発したっていうか。まあ作りまして、ある程度の成果を上げてました。

これは実はなかなか大変なことに、機長さんにこういう実験をシミュレーターでやりたいのですがともと言っても、実験をしてくれていっても、なかなかしてくれないんですよ。実はこの実験は全日空でやったんですけども、全日空の中にも、慶應出身の機長さんにしか頼めない。頼むからやってくれよと。結構大変でしたよ。どうしてかって言うと、機長さんも忙しいですから。暇になるまで全日空の部屋にいるわけです。そうすると夜、フライトから帰ってきて、実験をしました。場合によってはシミュレーターを動かしながら徹夜でやってもらっていました。ある程度の R-R 間隔の変動によって、疲労などが検出することができる。

一応これは成功いたしました、医学の方もそういうような方法が有効であるというようなことを言われてました。何しろ結構この実験は大変でして、3ヶ月くらい、この測定だけにかかっています。

同じことが福知山線でもあるんですね。福知山線で私が、今、頭に浮かんでいるのは、今度、JR さんをお願いして、先ほどいいました、旧来の JR の操縦桿、操縦方式と、ワンハンドレバーとでは、どちらの方が安全性が高いか。間違いなく、フェンダー、線路に対してそれをうまい具合に操縦するのは、操縦桿が二つありますから、JR の方が良いはずなんですけど、安全性からいうと、普通の人ができるような、レールの角度の電車操縦で、どちらの方が安全であり、どちらの方がシビアでなくてできるかっていうことを実証したいと思っています。

私が昭和 35 年くらいから 10 年間通産省の仕事を引き受けたときに、通産省が言ったことというのは何かっていうと、【NO.24】の図を見てください。アメリカの化学工業と日本の化学産業の年代別度数がのっています。横が度数率っていうか、産業の数が百あったときに何個故障したかという示表で、火災を起こしたとか、爆発したかという数なんです。この数が低い方がいいんですけど、これが日本でこれがアメリカなんです。

なんと、1995 年頃の日本は、化学災害がアメリカと比べて、比べ物にならないくらい多かったんです。これはなぜこんなに多いんだろうと。もう少し、少なくともアメリカと日本と同じ程度の量にしたいと。アメリカの全産業も災害事故は多いですけど、日本はもっと多いですね。というふうなことで、特に 1969 年頃は、アメリカと日本との度数率の差がありすぎますね。その原因は何か、それを何とかしろとかいって、人間工学の安全部会に依頼がありました。何とかしろっていったって、そんなすぐ何とかなるわけじゃないんですけど、やったことっていうのは、大体十年間、日本のコンビナート、臨海工業地帯の石油コンビナートだとか、色々ありますよね。そこを全部災害事故の原因を調べたんです。全部調べて、特にどうして日本はアメリカと比べてこんなに災害が多いのかというようなことを調べたわけです。いろいろな原因が分かってきました。

それから今度、人間工学のやり方についてお話しします。今度は人間工学だから、話がちょっとかわりますけど、いわゆる人間工学の話です。私の話は、多分、すごく易しいです。学生にこの前、難しいなんていわれてきたんですよ。中学生でも、あるいは小学生でも分かるようなお話をしたいと思います。この電力計は、私が中学生くらい、昭和 20 年くらいとか、そのくらいの時の電力計【NO.5】です。上の方は良い例、下は悪い例です。これは電気メーターですね。これを読むんですよ。これ、読めますか。

悪い例って書いてあり、この電気メーターは針が 4 針。電気量が 7808 と読めますか。多分これ、7808 ですね。下に答えが書いてあるんです。下のメーターは 8450 ですね。本当は 4849、こういうふう



Keio University

1858

CALAMVS
GLADIO
FORTIOR



KEIO 150
Design the Future

2008年、創立150年を迎えます。

むわけですよ。ところが検針違っているのが、すごく出たんですね。皆さん方が検針が違って、お金を余分に取られるというようなことを言っていたんですけど、それは検針している人が悪いわけじゃないですよ。こんなメーターを使っている方が悪いですよ。上のメーターは 9827 とデジタルで数が表示されているので間違いがない。悪い例のメーターじゃ間違えるの、当たり前だと。これは、メーターの値段が格段に安いから使っている。安いを使うと消費者の方が迷惑がかかると。今はもうこんなのないですよ。殆どデジタルで、数字を表示し、ちょっと見ればすぐ分かるようにしてあります。読み間違いの原因はメーターにあったのです。

人間の立場に立って、ものが見やすいようにすれば事故は軽減するわけです。これは米軍の例なんですけれども、第二次大戦の時に、飛行機の墜落件数が日本の高射砲でやられてた数より、ずっと多いということに米軍が気がついたんです。なぜだろう。それをいろんな統計をとりまして、それから人間工学っていうのが出来上がったんです。統計をとって見て、その原因をパイロットに聞くと、高度計の見誤りが多いということに気がついた。針の読みが、間違ってたんです。千フィートぐらいひょいと間違えるらしいんですね。大体飛行機っていうのは、出撃するときは曇りの時にでるんですよ。というのはなぜかっていうと、晴れているときは、高射砲でやられちゃいますから、なるべく雲の多い時に、その時に針が見にくいと。パイロットと大学生では読み違いがどのくらいあるかっていうと、3針のメーターは、パイロットと学生の誤読率が多い。2針でやっても多い。これで針を1個とデジタル表示にするとその差は非常に少ない。もっといいのは、22万2千700と、22650と、こういう数を表示しちゃうと、殆どパイロットと大学生と、その読み違いがない。これでは飛行機の高度計の見誤りがあるって然るべきで、やっぱりその操縦者が見やすい計器盤にしようということになり、この結果墜落数が減った、そういう例なんですね。

今度は人間側からこの自動車を例として、自動車を上手く操縦できるためにはどうすればいいかということを考えよう。上手く操縦するっていうことは、操縦しにくいところを見つけなければいいんだということですね。例えば車なんかで運転しているときにメーターが見にくい、スピードメーター、オイルメーター、タコメーター。重要なメーターは見やすい位置にもってきましょうと。見にくいと誤った判断をしてしまう。目で見る。目で見て頭で考えて、指令をするわけですけども、その時に、これをハンドル、レバー、ペダル、いわゆる操縦、制御器を1人が、運転士が運転しやすいようにすることが大切です。どこにハンドルを、ブレーキペダルは右足のどこに置いたら、高さをどこにおいたら。そういうふうに人間がどういう姿勢で車を運転しているかという、人間の運転姿勢を中心にして、その運転者が見やすいような表示計とか、制御しやすいような制御盤を作るようなことが、操縦しやすい車を作るということであるというようなことになるのです。

これは、今なら気がついて当たり前じゃないかというように思いますが、けども、この頃、人間を中心にして考えてたつもりが、だから、女性は車に乗るのが不向きであったのです。なぜか。運転席が低くて、フロントから顔が出ないんですよ。で、しょうがないので布団をお尻の下に入れて乗った、そういうような時代。これでは操縦しにくい、人間中心の設計ではない。運転する人が女性で小さければ、小さい人が運転できるような運転席を作りなさい。見にくければ、見にくいというのは、その人にとって、運転姿勢の時に見やすい位置があるから、そこに移しなさいというような、考え方を人間中心に考え直したわけです。

【No.8】の図は、人間工学の見方で、小木先生が前に作ったやつですけども、自動車と自動車を運転する時に、運転のどこが操作しにくいとか、どこでブレーキ踏んだらいいか判断するのに、このようなことが、しにくさの要因として書かれている。要するに、何々しにくい、やりにくいっていうのを取り



Keio University

1858

CALAMVS
GLADIO
FORTIOR



KEIO 150
Design the Future

2008年、創立150年を迎えます。

除くことによって、操縦しやすい車を作ることができるんだよ、と、そういう例なんですね。要は、人が中心になって、その人が運転する時に、やりにくい点があるかどうかということを考えることが重要です。

【No.9】にいてください。私は、ずっと人間工学をやっていたんですけど、どちらかというところを見れば分かるように、生理学を中心として改善をしてきたわけですが。現在は生理学だけでは処理しきれなくなりました。人間の知能がかなり操作に影響してくる。この図はということかということ、人間の情報処理を示した図です。人間というのは、車を運転しているときまず信号を見る。例えば夜、いや、赤信号、青信号のどちらかを見る。赤信号のときじゃ赤信号だなと受け取りますね。そうすると、知覚で解釈しなければいけないから、解釈します。今、赤だから、止まらなきゃいけないんだなとこういうふうには、これ、知覚して、知覚したら、考えて、情報処理系で、そしたらどうしようか、当たり前で分かっているんだけど、ブレーキを踏むわけですね。判断してこのブレーキを踏んで車を止める、と、こういう一連のこういう流れがある。全てのことにに対して流れがあって、ある事象があると、その事象を感覚器で観測し、知覚、思考、判断、行動という順序で行動する。上手い具合にそれを、入ってきた信号に対応するというふうになっている。

で、これは、やはり人間の情報処理の仕方をもう少し考えて物事を設計しないと、ただ人間の生理機能、身体機能だけではいいものはできない。実際に衝突したりなんかするというのは、こういう情報処理系がうまくできてないということになってきています。さらに、例えば車の事故にしても、あるいは人間の過ちにしても、その原因を調べておかないとただ単にぶつかったということだけではいけなくて、どういうふうなぶつかったの、というような、原因もある程度分らなければいけません。でないと対策が立たないからです。そういう点で情報処理の過程の解釈が重要です。

人によっては瞬間に動作を行う人がいます。それは注意の不足、手拍子の動作で、例えば【No.10】の図で示すと、今、信号が赤になったと。赤になったからブレーキを踏まなきゃいけないんで、瞬間的にブレーキを。実はこの日が雪が降っていて、接面が雪である。そのままブレーキを踏んでいたら滑ってきて相手にぶつかったらというようなことになる。これは不注意なんですね、そういう人、結構いるんですよ。

今はいろんなタイプの人が出て、例えば航空機の場合だと、規則に基づく行動というか、エンジンの調子がおかしいと思うと、マニュアルを見て、ああ今、こういう状態なんだっていうようなことを認識して、マニュアルで必要な対応を選ぶわけですけど、マニュアルの選択を間違える人もいます。何しろいろいろの規則があるので、前もって良く勉強しておかなくてはなりません。

飛行機の会社に前は結構ありまして、急に嵐の中に入っちゃったと。だけど、その対処のマニュアル見てもないなあとかいうようなことがあったときに、自分で考えて、話を通さなきゃいけないんだけど、ここに書いてある思い込みとか、思い込みっていうのは結構ありまして、前々、こういうことをやってうまくいったから、またこれを使おうとか、結構あるんです。それが一番多いんですね。上手くいった事例があると、で、今度もそうと思ってやったら事故になったっていうのは、これは非常に多いです。こういうような過ちと判断もありますよと、そういう例です。

これは割合と有名な例なんですけど、人間っていうのは過ちをするけれども、これには3つのタイプがあるとこういうことです。【No.11】はこれを示すスリップとミスとラスプ。大体我々の不安全行為は、変なことをやるんですけど、これは別に意図しているわけじゃなくて、意図している場合もありますけど、殆どが意図していない。意図をしていないんだけれども、さっきスリップっていうのがあったように、急激に注意に失敗して、慌ててやっちゃったとかですね、そういうようなことがスリップ。



Keio University

1858
CALAMVS
GLADIO
FORTIOR



KEIO 150
Design the Future

2008年、創立150年を迎えます。

ラプスというのはこれ、記憶エラーなんです。記憶に失敗して、前もやったからうまくいったんだけど、というような記憶。これはラプスの失敗。ミステイクっていうのは、自分はもう、こうやればいいんだっていうふうにして、自分で計画をたてちゃうんですね。実はそれが失敗だったよというような例。最近意図した行為に規則違反がある、最近これが多いんですよ、結構。日常の規則違反。例外的規則違反。昔はこれが殆どなかったんですけど、最近はこの、規則違反っていうのが、平気で行われますから、これからの事故をなくす方法は、人間をよく教育しないといけないですね、面白半分に規則違反するのがありますから、注意しなくては。まあ、基本には不完全行為の中にはスリップ、ラプス、ミステイクがありますよということだけはちょっと頭に入れておいてください。

で、今ちょうど講義は2時間になったんで、私自身の頭の中が、どちらかというとそのうちスリップするような感じになっているんで、少し、5分くらいちょっと休ませてください。それからまた次に流れますから、よろしくをお願いします。

((5分休憩))

【No.12】は人間のエラー行動の特性を示したものです。機械の故障とか、設計エラーとか、組み合わされたシステムの潜在的な欠陥。これが人間のエラーをおこす問題なんですね。人間は顕在じゃなくて潜在的な欠陥にはまって、エラーを起こすものである。エラーの原因は潜在的欠陥があるからだ。これはですね、私の長い間のデータにもかなりこういうことがみられております。これからはいろいろなデータを見せて、あいつ勝手なこと言ってるんじゃないかといわれてもいけないから、少なくともデータに関しては10年間、データを色々な角度で多変量解析をして、何がどういうふうに関係するかというのを調べたものがあります。そのことをここでお話しする時間がないので、私の本、人間信頼性工学を見てください。まあ、いろんな産業で、どのような死亡、災害が発生が出ているかということを見てみると、工業の分野では建築業、建設業が一番多くて、その次は製造業とか、死亡者数も相当でています。その年には、死亡者が2,245人あったと。

で、これ、なぜ死亡したのか、原因は何かというのを調べるわけですけど、何しろ建設業っていうのは、ご存知のように非常に死亡者数が多いんですね。【No.14】はどのような事故の型か、飛来、墜落、激突、崩壊、はさまれとか、巻き込まれとか、こんなのもあるんですけど、実は何がしたいかという、事故の中で一番多いのはこれ、墜落・転落なんですよ。43.1%。最近、非常に減りましたよ。何故だかご存知だと思いますけど、ビルの塗装の塗り替る、外装を塗り替えるときには、足場がすごくよくなっていますよね。足場作りは、すごくお金がかかるんですけど、結局足場が悪いから、落っこちるんで、迂闊だから落っこちるんじゃないんですよ。どちらかというそういう設備にかかるお金を節約することによって、事故が起こる。今は激減しています。【No.15】は、どうして工場などで事故が起こるのか、その原因を探るのにこの調査表を作った。その頃人間工学というのは、世間でまだ認められていませんでしたし、本もあまりないので、項目を自分で考えなきゃいけない。大変これを作るのに苦労しました。いろんな事故が起こるのは、作業の状況が悪いからじゃないか。その時に作業の個人特性とか能力が事故原因とどのような関係があるとか、作業の管理体制はどうなっているとか考えた。作業の特性より環境状況が事故に大きな影響があるのか。人は注意を持続する性質があるとか。昔は少なくとも項目Cか絶対に調べなかった

それから項目Dで、マン・マシン、人間工学設計の欠陥があったか、先ほどの人間の情報処理のことを考えていただければ分かるんですが、信号形態の意味が分かりにくいとか、機器の表示方法が良くないとか、このようなことが設計上の欠陥として結構あるんじゃないかとか、その他、これが特に重要ですけど、作業の時間状況が切迫しているとか、他の要件に気をとられるとか。ということに注目して、



Keio University

1858
CALAMVS
GLADIO
FORTIOR



2008年、創立150年を迎えます。

こういう項目を作ったんです。これ、項目ができていれば、その項目があるのかないのかっていうようなことで調べればいいんで、こんな項目を作るとですね、ある委員は必ず、何だこれはとって文句がつくんですよ、それを解決するのに大変時間がかかります。だからこういうのを作るのは、すごく、大変なんですよ。

でもまあ、10年間調査研究をやらしてもらいましたので、どんどん項目の追加、削除を繰り返し、これで現在の日本の状態というのがどういう状態であり、欧米と比べてどう違うかというようなことを比較検討して、この調査表はかなりよくなりました。日本人っていうのは案外、みなよくやるんですね。一所懸命やってくれるんですよ。我々が一所懸命こういうのを作ってきて、ここに問題があるんじゃないかと言う。企業の方っていうのは、どこに問題があるかっていうのがわからないので、それでいろんなアンケートをとって、こういうふうになっているんだけど、あなたのところはどうか、というようなことをして、人間工学が考えている事故原因を調査、実施し、5年後ぐらいから米国より日本の方が数率がよくなってきました。で、その時思ったんですけど、アメリカの人も結構ラフなところがあるのだなと。日本人は緻密だなと。なんかこういうことを出せば、どんどん緻密になってくるんじゃないかと。ということであれば、もう少し人間工学も、本当らしい人間のことを十分良く考えて、人間がしにくいところをもっと考えていこうじゃないかというふうな感じでやろうとしたわけです。

多分皆さん眠気が少し出てきたんじゃないかなと。こちらから見るそのような感じがしました。少し話題を変えてみます。【No.16】は皆さん知っていると思いますけど、中華航空が名古屋の空港に着陸するときに、これ副操縦士が運転してたんですが、操縦士のその横で、高すぎる、高すぎると言っているのは、これは機長なんです。機体を降下させ、ゴーアラウンドモードにとれているので、このモードのスイッチが入ってたんですね。そこで機長がですね、ゴーアラウンドのモードになって、着陸態勢はいっちゃってるが、もうこんなに地上から150メートルしかないじゃないかと。こんなじゃダメじゃないかとか言っているんですね。それでゴーアラウンドモードを解除しようとしたんだけど、固くなっていて押せない。実際はすぐ押せるんですよ。だけど、なんかうまく押せなかったのですね。押せないから高度を上げて、ゴーアラウンドモードですけども高度を上げて着陸しようとしたんですね。着陸をやり直してる。ところがゴーアラウンドモードが解除されてないんですよ、これ。そのままやっているんですね。そのままやって、ここで失速しちゃって、墜落したのです。これは何が問題か。問題はこのゴーアラウンドモードが押せないところに問題があるんですね。

大体事故っていうのは、その人だけの失敗によって事故が起こることは非常に少ないんです。スリーマイル島の事故がございましたよね。スリーマイル島の事故の、原因は何かと申しますとですね、これは時間があればあとから出しますが、非常に迂闊なことにですね、給水ポンプがありまして、その給水ポンプをですね、流れが悪くなったので洗浄した。洗浄し終わったときは元弁を開かなきゃいけないんですけど、その元弁を開くのを忘れちゃったんですよ。それが発端なんですね。

そうするとどういうことになるかっていうと、これ、給水ポンプがありますよね。【No.17】を見てください。水をこう流すんですよ。この水で熱を交換するわけです。原子炉は、こっち側に温まったお湯が流れて、タービンを回すというふうになっているんですね。温まった水をこちらからも、タービンの方に水を回すようになっているんですね。何がいけなかったかという、ポンプを閉めちゃった、元弁を閉めちゃった。それで水がなければ熱交換器は熱くなりますし、そこで原子炉内に水がなくなっちゃいますよね。それでは危険だから、自動に給水がもう一つあるのです。水が自動的に出るようになっているんですよ。

ところが運転士は、水はもう流れているはずなのに、こんなところにまた水があふれては危険だよと。



Keio University

1858

CALAMVS
GLADIO
FORTIOR



KEIO 150
Design the Future

2008年、創立150年を迎えます。

まあ更に加圧気逃げ弁、温かくなった空気を逃がす弁が開いたんですね。これは水がいっぱいなんだと勘違いして、水がいっぱいなら給水弁は閉めようと、閉めちゃうんですね。閉めちゃったため、原子炉の中の水がなくなっちゃって、沸騰しすぎちゃって爆発寸前になっちゃったと。そういうような事故なんですけど、元々、存在する、給水ポンプの元弁を閉めちゃっているということが、運転員が頭の中に全然ないんですね。頭の中には全然ないこと、やるのが全部、齟齬をきたしちゃってそういうことになっちゃう。給水、水が足りないのに、給水をしちゃいけないって言って、みんなそのポンプを止めていっちゃう。なにもしなければ、この原子炉は安全だったんですよ。安全装置がたくさんありますから、黙っていればいいんですけど、給水系を運転者が全部閉めてっちゃう。悪い方へ悪い方へ動いていっちゃう。それは何かって言うと、元弁が閉まっているっていうことを、思わなかったからです。先ほど言いましたように、何でもですね、自分で頭の中に無いようなことが起こると、そういうようなことにはまって、さきほどありましたように、事故が起こってしまうわけです。

こういうようなことが起こらないように、原子力規制委員会で、研究をすごくよくやっております。

【No.18】は、人間エラーの発生過程を示したラスムセンさんのモデル、あるいはスウェインさんのモデルと、誰のモデルとっていいかわかりませんが、今、現在確定しているモデルで、このモデルが一番良く使われるようになっていきます。これはどういうモデルかっていうと、これは先ほど言ったように、原子力が爆発するエラーが起こるとすると、どうしてそんなことが起こったんだろうか、というようなことを一つのモデルを作って、原因を調べるのです。(私の著書『人間信頼性工学』を参照してください)

1930年ぐらいから、これはサンディアで、サンディアっていうのは、原子力関係の事故に関した会社で、スウェインさんはメインの研究員なんですね。先ほど言いましたように、人間の情報処理系の中で、人間が変なことをするのは、エラーをした原因があるだろうと。それがパフォーマンスに影響する因子があったらだろうと。パフォーマンスとは、人間の振る舞いと訳しています。どうして人間がそんな振る舞いをしたんだろうかと。

【No.18】はスウェインさんのモデルで、エラーは非常に精神的にストレスが高かった、そういう要因がこの中にあるんですね。こちらは作業状況の要因で、作業状況としては、先ほどの西日本の例でいくと、非常に電車が遅れていた。遅れていたから元に戻さなきゃいけない。そういうストレスがかかるんですね。そういう作業状況にある。だから、こう、ノッチを入れるのに、ぐわーっとこう入れちゃったと、そういう要因の中にある。

JRの事故は、特定の状況下で、過度の作業で、非常にその時にダイヤが乱れていたとそういう例ですね。もう一つ、これはすごく大事なんだけど、そうすると人間の心の中で心理的にどういうふうなことが働いたんだろうかというようなことを調べて、どうして早まったのか、識別の問題なのか、すなわち、慣れによる運転手、慣れているとすぐそれをやってしまうということか、慣れに基づいて行動し、注意するのに失敗した状況なのか。

その次に、人間のエラーはどんなものかっていうと、ストレス、環境が悪いとか、作業時間、特性がおかしかったからというが、実際は交代したことがおかしいと。パフォーマンスに影響するのは、作業のパフォーマンスの局面から、過大な要求をしているのではと。

人間エラーは、どのような場合、これが起こる確率がどのくらいあるかっていうと、原子力の方ではPSFといって、ある事象が起こる確率はいくらかというようなことが、割合と真面目に書かれています。これはほんとに真面目っていうか、アメリカだけではなくて、ドイツでもやられておまして、すくなくとも、事故が起こるといような、これは多分事故が起こるだろうといようなことを数字で、



Keio University

1858

CALAMVS
GLADIO
FORTIOR



KEIO 150
Design the Future

2008年、創立150年を迎えます。

例えば、これはこれくらいの確率で起こると、だけど、地震と同じように、確率の範囲はこのぐらいの間にありますよと、そういうようなことを全部作ってあります。これは原子力の場合には一つの定型になっておりまして、これを使うことになっているので、プラントもこれを使っているんですよ、実は。

例えば、ある化学工場を作ったときに、どういう状況の下でこれは、爆発事故がどのくらいの確率で起こるかどうかっていうのを調べます。ある事象が起こるとそれに続いて次のことが起こるこのような確率の連鎖があるんですね。それも全部調べるんですよ。結構大変ですけども、真面目な仕事で、まあ、なかなか面白くて、面白いって言うのはおかしいんですけど、ある装置を作ったときに、この確率はいくらですよと。こちらの方にするといくらですよ。だからこちらの方が安全ですよと。これでこちらよりも安全ですよというような評価ができるんですね。

少なくともあるプラント、主に原子力、それから化学工場、というような大型のプラントに関してはこれを計算して出さなきゃいけないということで、欧米ではなっているんですね。だからまあ、大きな反響もあって、多くの先生方が、それを実証しているんですよ。そうすると、スウェインさんが言っているような数字にはならないじゃないかっていう、これまた大変で。

実は日本にスウェインさんに来ていただいた時も、その議論だけはしないでくれって口封じをされて、先生の講義を聞いてたんです。だけどやっぱり確率論ですからね、そんなに正確にはいかないけど、大体ですね、こちらよりは、確率が高いですよぐらいの定量的な安全性の話をしないと出来ませんね。

で、特に一つだけ、やっぱり一番大事なのは、機械が少しでも不調で故障あればそれを見つけることがまず第一で、その次は、どこかに不完全なところがある、あるいは操作ミスがしばしば起こるというようなことに注意をして、操作をしないと事故が発生しますよというようなことが最近よく言われる。

スウェインモデルは良く使われているモデルなんです。多分これは皆さん方が、知らないから使わないと思うんですよ。事故もある程度、確率論的に調べていこうじゃないかというふうに最近考えられております。

その他にまだたくさん話をしたいのがあるんですけども、時間がなくなるから、このぐらいにしましょう。申し訳ございませんが、非常に散漫な話しになりました。申し訳ございませんでした。でも、清聴ありがとうございました。