

都市教養プログラム『安全の科学』を担当して

システムデザイン学部 教授
松井 岳巳

1. 本日はこのような発表の機会を与えてくださり、ありがとうございます。都市教養プログラムの「安全の科学」を担当させていただいた経験をご紹介します。



2. 「安全の科学」を担当するに当たり、このような科目目標を設定しました。

すなわち、目標は

医療事故や航空事故、生産ラインにおける事故など、一見無関係に思われる事例が、人間の脳の覚醒度を示す意識フェイズや脳の視床下部で形成される体内時計などと密接にかかわっていることを示し、「失敗する存在」としての人間を科学することです。

「安全の科学」

科目目標

医療事故や航空事故、生産ラインにおける事故など、一見無関係に思われる事例が、人間の脳の覚醒度を表す意識フェイズや脳の視床下部で形成される体内時計などと密接にかかわっていることを示し、「失敗する存在」としての人間を科学する。

3. 授業の内容といたしましては、事故の原因となる「ヒューマンエラー」について、医療事故や航空機事故、鉄道事故などの実例をもとに話をしました。さらに、事故を防止する上で重要な人間の感覚器のしくみや、自殺予防のために重要なメンタルヘルスなど授業のテーマは極めて広範囲に渡り

ました。

安全の科学: 目次

- 序章 ガイダンス
 - 1. ガイダンス I
 - 2. ガイダンス II
- 第一章 ヒューマンエラー
 - 1. 医療事故
 - 2. 航空機事故
 - 3. 御巣鷹山事故(生還するために)
 - 4. 鉄道事故
 - 5. ヒューマンエラーの心理学
- 第二章 安全に関連した医学知識
 - 1. 体(感覚器)のしくみ
 - 2. メンタルヘルス(うつ病の理解と自殺予防)
- 第三章 セキュリティ(職業倫理の崩壊と組織犯罪)
 - 1. 東海村液体核燃料臨界事故
- 第四章 自然災害
 - 1. 地震

4. 授業の登録者数は103名で、所属コースはシステムデザイン学部の経営システム、ヒューマンメカトロ、航空宇宙、都市教養学部の経営学、法学、健康福祉学部の放射線学科などでした。授業を進める上で受講生の所属コースは常に意識しました。

受講生の所属コース

- 登録者数 103名
- システムデザイン学部
 - 経営システムデザインコース
 - ヒューマンメカトロニクスシステムコース
 - 航空宇宙システムコース
- 都市教養学部
 - 経営学コース
 - 法学系
- 健康福祉学部
 - 放射線学科

5. 授業を行う上で心がけたことは、とにかく学生に興味を持ってもらいたいということです。一例として、航空機事故の授業では、制御不能になった飛行機をエンジンの出力調整だけで制御することを、授業中にパソコンのフライトシミュレーターを使って実行しました。結果として、うまく制御できず飛行機は墜落してしまいましたが、学生には興味を持ってもらえたかもしれません。また、できるだけ視覚に訴えるよう、図や写真をたくさん入れた、約700枚のスライドを準備しました。また、学生の授業参加を促す意味で、出欠確認を

兼ねた簡単なクイズを出しました。実際にどこまでやれたかはわかりませんが、理系・文系といった枠にとらわれないで、自分で考える学生を育てたいと思いました。

授業を行う上で心がけた事


- **とにかく興味を持ってもらいたい**
航空機事故の授業では、制御不能になった飛行機をエンジンの出力調整だけで制御することを、授業中にパソコンのフライトシミュレーターを使って実行
うまく制御できず墜落 → 学生は興味を持った？
- **視覚に訴える** → 約700枚のスライドを準備
- **簡単な作業による学生の授業参加**
出欠確認を兼ねて、成績に無関係な簡単なクイズ
- **理系・文系といった枠にとらわれないで、問題意識を持って自分で考える学生を育てたい**

6. 続いて、大変、僭越ではありますが、実際に授業で使用したスライドの一部をご紹介します。この授業の中心テーマの一つであるヒューマンエラーは、Meister の定義によれば、要求された Performance すなわち、要求された行為からの逸脱です。

ヒューマンエラーとは何か？

Meisterの定義

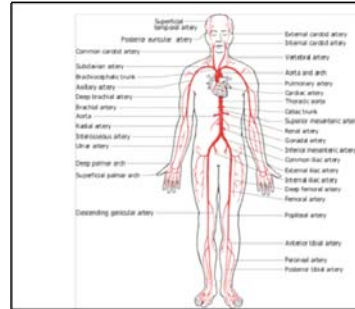
要求されたPerformance(行為)からの逸脱



7. こちらは、医療事故におけるヒューマンエラーの一例です。心臓の検査のひとつである冠動脈造影検査における事故です。冠動脈造影検査では腕の動脈からカテーテルという管を心臓の冠動脈に入れます。冠動脈造影検査では血を止めるために、腕に巻いた止血用デバイスに注射器で空気を入れてふくらませます。東海大東京病院で事故が起きました。34歳の男性医師が注射器を使って止血用デバイスを空気でもくらませようとして、間違えて腕の動脈に入れた冠動脈造影検査用のカテーテルに空気を入れてしまいました。




8. この図を見ていただくとわかりますが、腕の動脈は脳に行く動脈とつながっていますので、患者の脳に空気が詰まり、患者は脳梗塞と同じ状態になって死亡しました。



9. この事故におけるヒューマンエラー、すなわち要求された Performance からの逸脱は何でしょうか？ ひとつは、もちろん、医師の操作ミスです。もうひとつ、忘れてはならないのは、冠動脈造影検査で使うカテーテルと止血用デバイスに同じ注射器がつながってしまうということも「要求された Performance からの逸脱」であり、この止血用デバイスの設計ミスもヒューマンエラーと考えます。

ヒューマンエラー

- **人間側のエラー(医師の操作ミス)**
- **エラーを誘発する原因(別のチューブに空気を入れただけで致命的な事故)**
- **(止血用デバイスの設計ミス)**



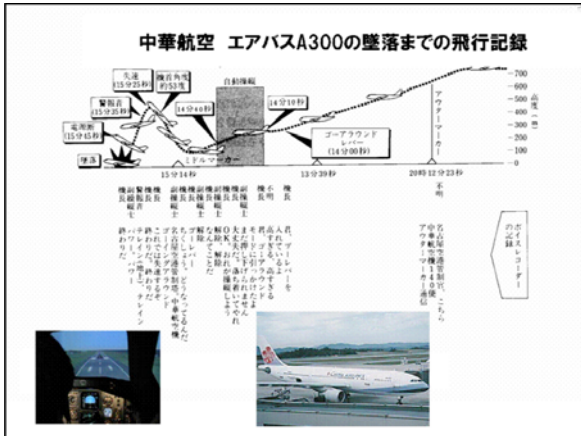
10. 次に航空事故におけるヒューマンエラーを考えます。1994年に名古屋空港で起きた中華航空機のエアバス墜落事故では264人が死亡しました。

1994年4月26日午後8時16分ごろ、名古屋空港において中華航空所属エアバスA300旅客機が着陸に失敗して墜落炎上する事故が発生した。この事故による被害は、死者264人、負傷者7人



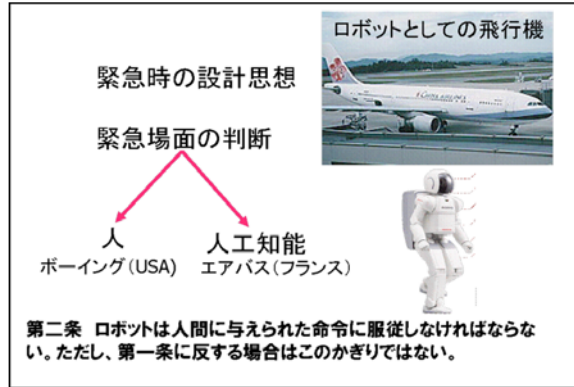
中華航空機墜落現場

11. エアバスが名古屋空港で着陸態勢に入った時に、なんらかの理由でエアバスは「ゴーアラウンドモード」、すなわち自動操縦で着陸をやり直すモードに入っていました。着陸をやり直すために、エアバスの人工知能は、エアバスの機首を上に向けようとするのですが、パイロットは着陸するために機首を下げようとして操縦管を強く前方に押し続けました。エアバスの人工知能はパイロットが邪魔をするので、エンジンのパワーを最大にして着陸をやり直そうとしました。結果としてエアバスは機首が 5° の角度で上を向き、飛行するための揚力を失って墜落しました。つまり、人工知能とパイロットが、同時に全く逆の操作を行っているのです。ボイスレコーダーの記録では、機長が「ちくしょう、どうなっているんだ、終わりだ、終わりだ、終わりだ」と叫んでおり、パニックになっているのがわかります。



12. 現代の飛行機は、人工知能を積んだロボットとしての側面を持っています。ところがボーイング社とエアバスでは設計思想が違います。緊急事に、ボーイング社の飛行機は、人工知能の自動操縦からパイロットの操縦に切り替わるようになってい

ます。これに対してエアバスでは、緊急時は人工知能が操縦するようになっています。有名なアシモフの「ロボットの三原則」の第2条は、「ロボットは人間に与えられた命令に服従しなければならない」ということですが、エアバスという「人間に服従しないロボット」を作ってしまったことが、264人が死亡したエアバス墜落事故の原因になったと考えられます。



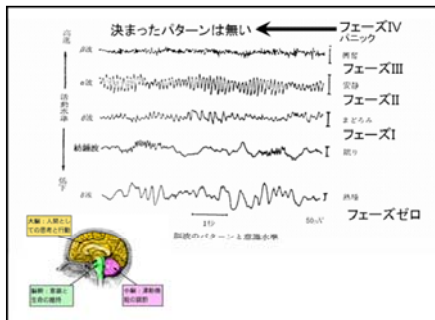
13. これは、エアバスのコックピットですが人工知能による自動化が進んでいるため、比較的すっきりとしたメーターのレイアウトになっています。



14. ヒューマンエラーのフェイズ理論では、脳の活動状態の指標である脳波と、事故の起こしやすさに関連した「注意レベル」の関係をこのように考えます。フェーズ II では、脳波はリラックスを示す α 波が出ており、注意レベルはあまり高くありません。フェーズ III では β 波が出ていて、脳が活発に活動しており、注意レベルは高くなっています。これに対し、フェーズ IV では脳波に決まったパターンはなく、脳が過度に緊張して、注意は一点に集中しパニックをおこしています。墜落直前のエアバスのパイロットはフェーズ IV だったと、推察されます。

ヒューマンエラーのフェーズ理論(注意レベルと脳波の関係) (橋本理論)	
フェーズゼロ	意識を失っているか熟睡している状態。信頼性ゼロ 脳波 δ 波 error potential=極端に高い
フェーズI	疲労や単調作業で意識がぼけていて、不注意になりやすい意識レベル 脳波 θ 波 error potential=3+
フェーズII	慣れた作業をしているレベル 注意力や思考力は高くない。脳波 α 波 error potential=少し高い
フェーズIII	適度な注意力 大脳が活発に活動 脳波 β 波 error potential=極端に低い
フェーズIV	極端に緊張(パニック) 注意は一点に集中 脳波 特定パターンなし error potential=極端に高い

15. 各フェーズの脳波はこのようなパターンになっています。



16. 中華航空では、エアバスとボーイング社の飛行機を両方使用しており、パニック時のパイロットは自分がボーイング機を操縦しているのか、エアバスを操縦しているのかも、わからなくなった可能性があります。緊急着陸するときに操縦管を強く前方に押すのはボーイング社の飛行機では正しい操縦だからです。



17. エアバスのパイロットはどうすればよかったのでしょうか？ エアバスでは緊急時には人工知能の操縦に代わるのですから、パイロットは操縦管に手を触れないですべてエアバスの人工知能に任せればよかったと考えられます。そういう意味で、パイロットの操縦は「要求された Performance から逸脱」しており、これはヒューマンエラーです。しかし、緊急事に何もしないなどということが、人間、特に経験を積んだパイロットにできるのでしょうか？ 緊急時にはパイロットの操縦に切り替わるボーイング社の設計思想の方が、より人間の

本能に忠実な設計であるように私には思われます。人間の体は、緊急時にはアドレナリンにより血管が収縮して血圧が上昇し、生命を守るための本能的戦闘体制に入るからです。エアバスの場合は、緊急時に人工知能に切り替えているにもかかわらず、同時にパイロットの操縦も可能になっていたために、264人が死亡する事故が起きました。緊急時に人工知能の操縦に切り替えるのであれば、緊急時にはパイロットの操縦を一切受け付けないように設計するべきだったと考えられます。緊急時に人工知能とパイロットが同時に操縦可能なエアバスの設計は「要求された Performance から逸脱」しており、この設計自体がヒューマンエラーだと考えられます。

中華航空機事故(エアバス)におけるヒューマンエラー

- 人間(パイロット)のエラー ← (操縦ミス)
- エラーを誘発する原因 ← (設計ミス)

緊急時には人工知能が自動操縦
しかし同時にパイロットの操縦も可能なため
パニック時には、人工知能とパイロットが逆の操作をする可能性

18. 授業の反省といたしましては、あまりにも広範囲に授業の題材を求めたので、全体としてのまとまりに欠けたこと、また、一部の私語をする学生への注意が不十分で意欲のある学生に迷惑をかけたことです。

授業の反省

- あまりにも広範囲に授業の題材を求めたので、全体としてのまとまりに欠けた。
- 一部の私語をする学生への注意が不十分で意欲のある学生に迷惑をかけた。

19. ご清聴ありがとうございました。質問がございましたら、こちらまでメールでお願いいたします。