

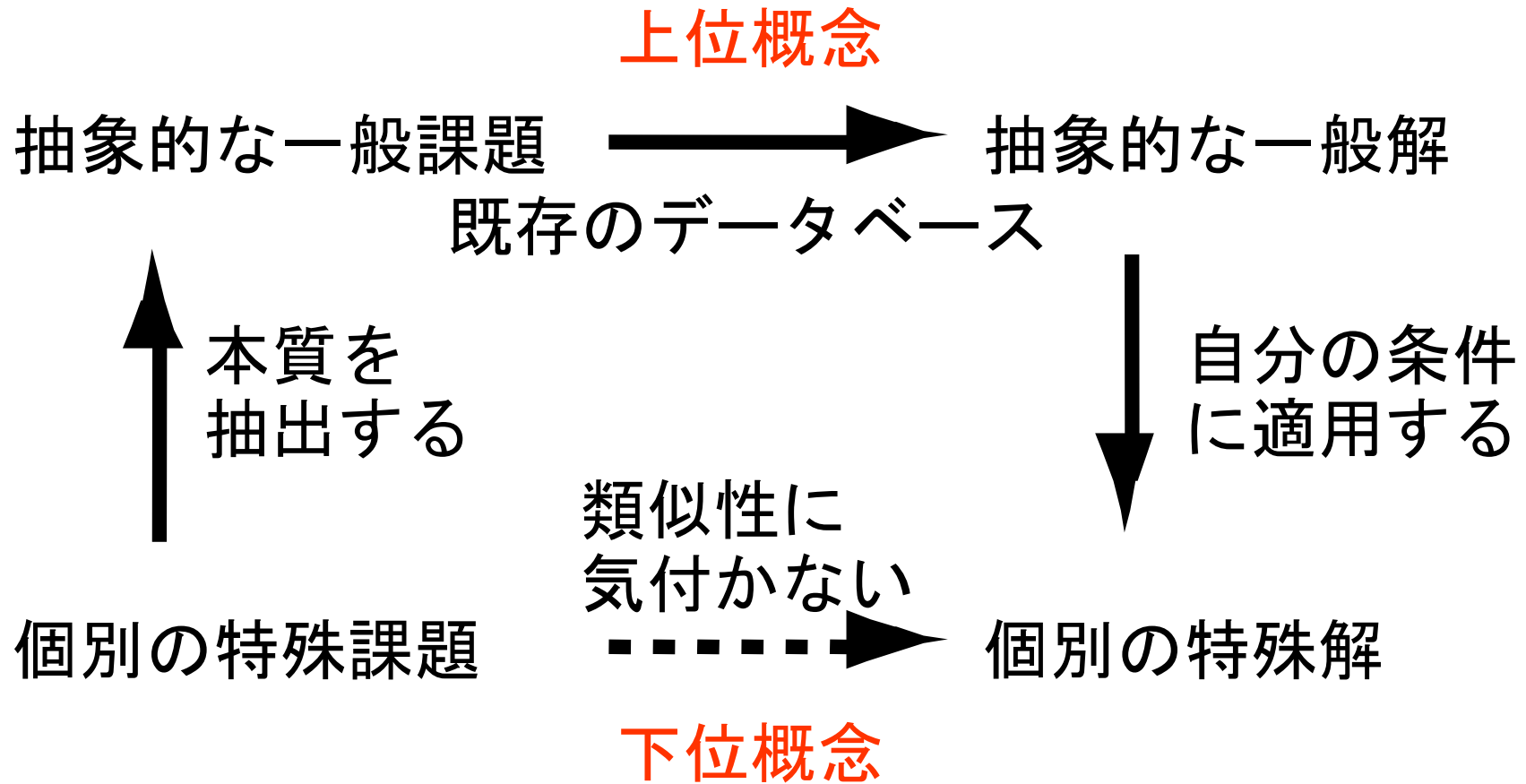
組織構成員の失敗予知能力を 高めるためのソフトウェアの開発

東京大学 中尾政之

第4回社会技術研究シンポジウム

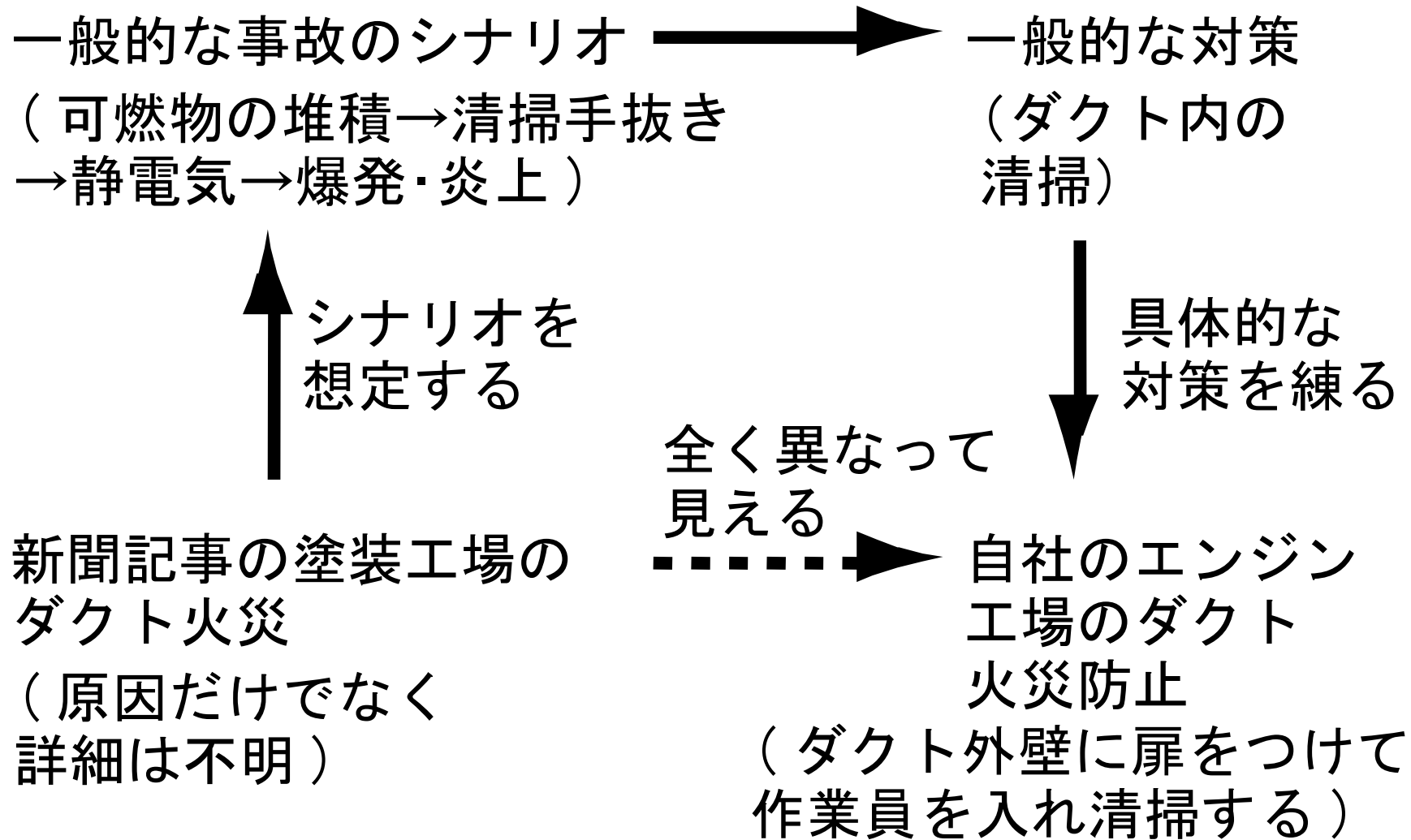
2007-9-20

失敗予知能力を高めるにはどのような失敗知識が必要か？



(a) 思考の上下運動

図1 思考の上下運動とその実行例



(b) 塗装工場のダクト火災の例

図1 思考の上下運動とその実行例



**寒剤(液体窒素など)の
取扱いは慎重に**

- 容器の破損、転倒による漏洩は凍傷や酸欠事故のおそれがあります。
エレベーター等の狭い場所での取扱いは特に気をつけてください。

**万一、エレベーター内で漏洩した場合は
直ちに直近階で止めて扉を開放し退避してください。**

<p>運搬するときには</p> <ul style="list-style-type: none">● 専用容器を必ず使用する。● 割れやすいので衝撃を与えない。● 段差や障害物に注意する。● エレベーターを利用するときは、より慎重に。	<p>漏洩してしまった場合には</p> <ul style="list-style-type: none">● 直ちに換気の良い場所へ避難する。● 周囲の換気を良くする。● 漏れたら触れない。
---	--

運搬時は事故の危険性が高くなります。

環境安全本部

なんでエレベーターで寒剤なの？

シナリオ： 

人間は無色・無臭の
ガスに気付かない



渋谷の温泉施設で
天然ガスが爆発

セーフティルール

窒素で酸欠しない
ように換気する



週末にボンベ一本の窒素
が漏れてなくなっていた
液体窒素をエレベータ内
でこぼした
換気扇はどこ？

組織構成員に失敗知識を刷り込み 失敗予知能力を高める

- 失敗疑似体験しながら、**上位概念**のシナリオを覚えるソフトウェア
- 2002年“キミツタイケン”
増産による利益と事故による損失との差を金額で競う。事故の対処を間違えると損失が大きくなる



Kimitsu Taiken 図 1

- 2002年“キミツタイケン”
増産による利益と事故による損失との
差を金額で競う
- 45人のエンジニアに試用。1時間飽きず
に学べた
- 失敗知識が製鉄所に関することで、
一般性が薄い下位概念の知識ばかり
- 2003年“コウジョウチョウ”
広く一般の工場で起きる失敗知識を利用

- 2003年“コウジョウチョウ”
広く一般の工場で起きる失敗知識を利用
- 失敗学会会員に試用。1時間飽きずに
学べた
- 3回繰り返すと、自分に関係する失敗
問題はすべて解いてしまい、**下位概念**の
知識量が不足

- 2004年“コウジョウチョウ改訂版”
- 失敗学会会員15名に問題作成依頼し、新たに124題追加
- 失敗学会会員に試用。2時間飽きずに学べた
- ゲーム後に自分が覚えるべき失敗知識がわからず、**上位概念**の知識が想起できず

ナレッジマネジメントでいつも指摘される共通的な問題点:

- (1) データが体系的に整理されていないので、**上位概念**が想起できない
- (2) データが少なくて、自分に適用できる**下位概念**が不足している

→ 両者は実は同根の事象
思考の上下運動ができないから生じる

上位概念

下位概念

濡れた面では
ゴムでも滑る

自動車
雨が降る日に
敷設鉄板上で滑走する

ビーチサンダルを履いて
駅前
濡れたタイル面で滑る

雪道の自転車

温泉内の高齢者

工場内のフォークリフト

2005年“パニック2005”

- 下位概念の類似の失敗知識を繰り返して問ううちに、**上位概念**を導出できるか
- ゲームの回数を重ねるごとに、正答率が上がり、解答時間が短くなるか？



クイズ: 1問目
★★★★

質問:
工場内で、機械同士の間をあけて、幅80cmの安全通路を作って安全を確保しました。安全通路は両端に白いテープを貼り、緑の床に映えるようにしてあります。

正 誤

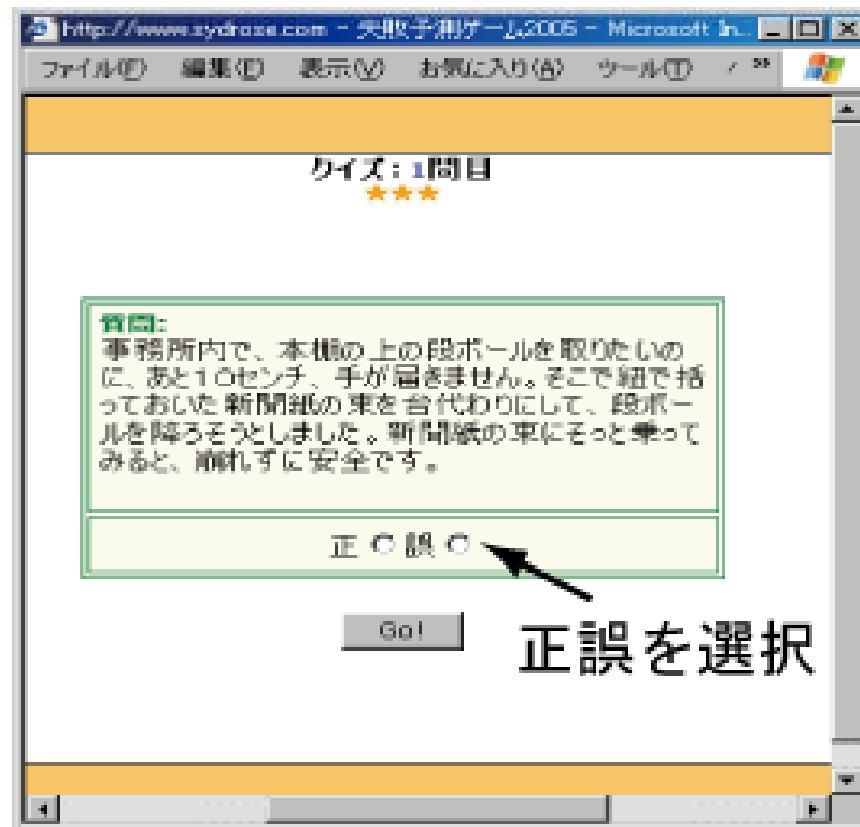
Go!



- (a) 技術系の問題（全 12 題）
技術系か管理系かを選択する

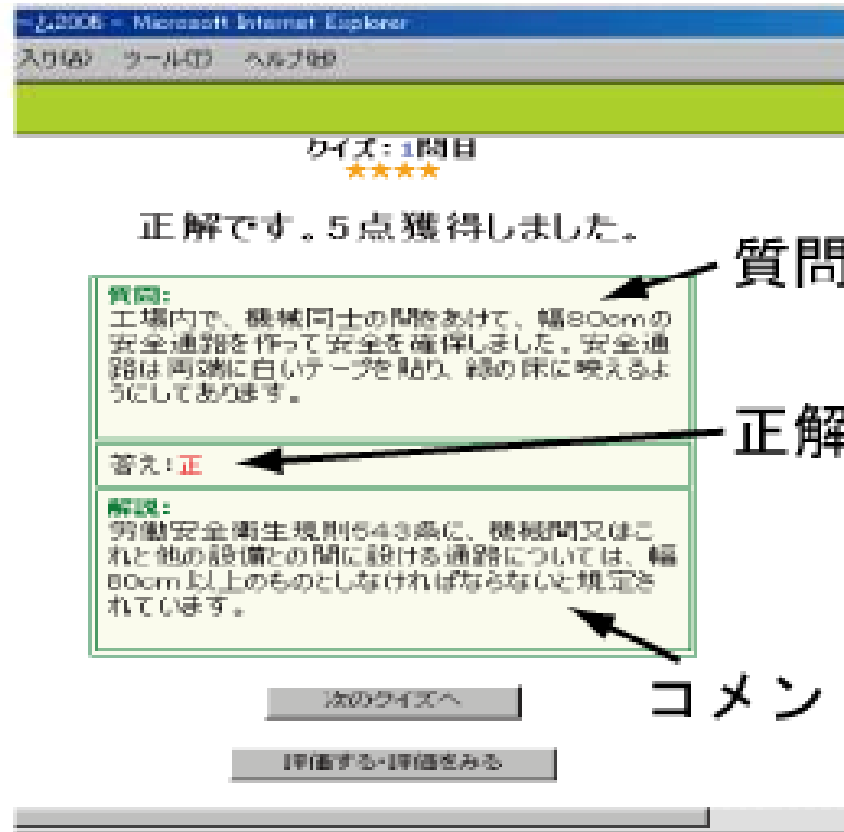
図 2 “ゲーム” パニック 2005” の構成

12題のうち8題が類似内容 4題はダミー



(b) 管理系の問題 (全 12 題)

図 2 ゲーム”パニック 2005”の構成



質問

正解

コメント

- (c) 正誤選択クイズ (8 題)
- (a) の質問のあとに正誤を解答し、そのあとに正解とコメントを表示する

図 2 “ゲーム” パニック 2005” の構成

クイズ: 9問目

★★★

質問:

集中豪雨が発生しました。夜中に気が付くと、地下の装置搬入口の外に雨水が20センチも溜まっており、そこから実験室の中まで雨水が流れ込み始めました。対応に呼び出された時、やるべきではないことを選びなさい。

実験室のコンセントや電灯の100V電源を入れて、とにかく室内灯をつける	<input type="radio"/>
懐中電灯と携帯電話を持って、地下に降りる	<input type="radio"/>
装置搬入口のそばの排水溝に行き、それを塞ぐ枯葉やゴミを除去する	<input type="radio"/>
実験室の前の廊下に設置された、マンホールを開けて排水させる	<input type="radio"/>
雑巾やモップ、バケツを持ってきて、冠水した水を汲み出す	<input type="radio"/>

Go!

- (d) 五者択一クイズ (2 題)
5つの選択肢の中から
1つを選ぶ (正解と
コメントは省略)

図2 ゲーム”パニック 2005”の構成

クイズ：11問目

★★★

質問：

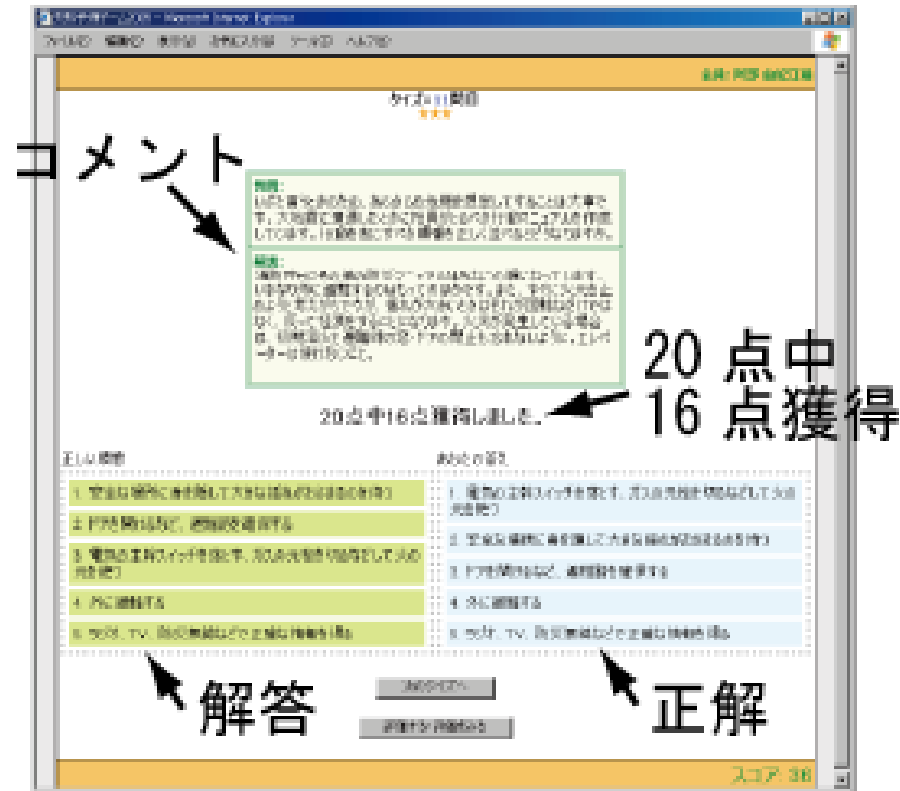
いざと言ふための、あらかじめ危機を想定してすることは大事です。大地震に遭遇したときに社員がとるべき行動マニュアルを作成しています。行動を起こすべき順番を正しく並びとどうなりますか。

1. 安全な場所に身を隠して大きな揺れがおさまるのを待つ
2. 安全な場所に身を隠して大きな揺れがおさまるのを待つ
ドアを閉めるなど、避難路を確認する
3. 電気の重負スイッチを落とす、ガスの元栓を切るなどして火の元を絶つ
ラジオ、TV、防災無線などで正確な情報を得る
外に避難する
4. 外に避難する
5. ラジオ、TV、防災無線などで正確な情報を得る

この順番でOK！ 次へ進む

(e) 並べ替えクイズ (2 題)
5 つの行動の記述を
順番に並びかえる

図 2 “ゲーム” パニック 2005” の構成



(f) (e) の質問のあとに正解とコメントを表示する。また解答の順番と正答の順番との距離から得点を出す

図2 ゲーム”パニック2005”の構成

問題：

部屋のペンキを塗りなおそうと思います。脚立を二本持ってきて、その上に長い鉄製の踏み板を渡しますが、ずれないように脚立と踏み板を針金でグルグル巻きにしたので、安全です。その上に立って、手でローラを転がしながら、天井も塗ります。

答え：×

(a) 天井をペンキ塗りするときの問題

図3 高所作業に関する正誤選択問題

コメント：

天井を塗ろうとずっと上を向いていると、次に下を向いたときにクラクラしてきます。バランスを崩しそうだと飛び降りて、脚を捻挫するかもしれません。脚立は二本の脚ではさむように固定してつかうべきです。このとき上に立たなければ、バランスを崩しても手で脚立を持って落ちるのを防げます。しかし、それでも2メートル以上の高所作業では脚立を使って行ってはなりません。

(a) 天井をペンキ塗りするときの問題

図3 高所作業に関する正誤選択問題

問題：

部屋の照明の蛍光灯が点灯しないので、椅子の上に立って取り替えようと思いました。椅子は座面が回転し、脚にはキャスターがついていますが、実際にそっと乗ってみると動いたり回ったりしないので、安全です。

(b) 椅子にのって蛍光灯を交換するときの問題

図3 高所作業に関する正誤選択問題
(正解は×, コメントは省略)

問題：

事務所内で、**本棚の上のダンボールを取りたい**のにあと10センチ手が届きません。そこで、捨てるようと思って**ヒモでくくっておいた新聞紙の束を台代わりにして**、ダンボールを降ろそうとしました。新聞紙の束にそつと乗ってみると崩れずに安心です。

(c) 本棚の上のダンボールを取るときの問題

図3 高所作業に関する正誤選択問題
(正解は×, コメントは省略)

問題：

工場内の電気が突然、停電しました。しかし、すぐに電気が復帰したので、500g と軽い素材を順送りさせる、という搬送機械を運転再開させようと思います。次の作業を正しい手順に並べて下さい。

- 1 落下したり不安定に把持されている邪魔な素材を人手で動かす
- 2 圧縮空気や、油圧、冷却水などの復帰を確かめる
- 3 電源を投入して、手動モードに設定する
- 4 搬送ハンドをひとつずつ原点位置（スタート地点）に動かす
- 5 自動モードに設定して、運転をスタートする

答え：上記の順番

(a) 停電後に搬送機械を復帰するときの問題

図4 復帰時の電源投入時期に関する問題

コメント：

直ちに電源再投入すると、何かと危険な場合を招きます。停止した状態が予想外のかたちだと、再起動の後で衝突を起こすからです。まず、邪魔な素材をどかすことから始めなければなりません。また電源再投入の後に、停止機械に圧縮空気や作動油を無意識に再投入するのも、危険です。たとえばバルブが開いていたため、重力で縮んでいたシリンダが突然、空気や油の供給によって伸びて無防御の作業者にアッパーカットをくらわすからです。なお、機械の停止が、停電によってではなくて、誰かが非常停止ボタンを押して電源を落とした場合も、手順はまったく同じです。電源再投入よりも邪魔な素材を除去することから始めるべきです。もっとも問題でも、仮に素材が10kgと重かったら、人手で除去できないので電気の力が必要です。このときはまず空気や油を復帰させて、次に電源を再投入した後、衝突に気をつけながら、手動モードで機械をつかって邪魔な素材を除去しなくてはなりません（でも予期せぬ動きが生じて衝突することが多いのです）。

(a) 停電後に搬送機械を復帰するときの問題

図4 復帰時の電源投入時期に関する問題

問題：

台風がきて、集中豪雨が発生しました。真夜中に気が付くと、地下の装置搬入口の外に雨水が 20 センチも溜まっており、そこから実験室の中まで雨水が流れ込み始めました。さて、緊急呼び出しされた実験室のエンジニアが、やるべきではないことを選びなさい。

- 1 実験室のコンセントや電灯の 100V 電源を入れて、とにかく室内灯をつける
- 2 装置搬入口のそばの排水溝に行き、それを塞ぐ枯葉やゴミを除去する
- 3 雑巾やモップ、バケツを持ってきて、冠水した水を汲み出す
- 4 懐中電灯と携帯電話を持って、地下に降りる
- 5 実験室の前の廊下に設置された、マンホールを開けて排水させる

(b) 台風浸水時に実験室を復帰するときの問題

図 4 復帰時の電源投入時期に関する問題
(正解は 1, コメントは省略)

問題：

200V の 3 相誘導モータ、空気シリンダ、加熱装置などを含む機械を工場内に搬入しました。一週間前に、メーカーで立会い試験を行い、要求どおりに動くことは確認してあります。搬入した次の日に、電気配線やアース配線、空気配管、冷却水配管、排水配管などをつないでもらい、試運転することにしました。このときにやってはならないことを選びなさい。

- 1 電源投入後、200V3 相の誘導モータが定格速度で回転することを確認する
- 2 冷却水を最大流量で流して、それでも詰らずに排水されることを確認する
- 3 空気シリンダが伸縮しても、他と衝突しないことを確認してから圧縮空気を投入して伸縮させる
- 4 電源やアースからスパイクノイズが混入してこないことを確認する
- 5 圧縮空気の中に水分が含まれていないことを確認する

(c) 搬入後に機械を試運転するときの問題

図 4 復帰時の電源投入時期に関する問題
(正解は 1, コメントは省略)

工場の冷却水は、地下タンクに貯めた水をポンプで送っています。その冷却水で回りの壁を冷却している電気炉を使っていましたが、突然停電が起きました。このとき、オペレータがやってはならないことを述べなさい。

- 1 電気炉入り口の冷却水バルブをすみやかに閉める
- 2 工場内の非常用電源を投入する
- 3 有毒ガスが生じていないか、ガスセンサーの警報を調べる
- 4 電気炉の圧力や温度のセンサーに、非常用バッテリーを接続する
- 5 炉内で何か異常反応が発生して、圧力や温度が上昇していないかを調べる

(a) 停電後の冷却水の遮断

図5 緊急時の水やガスの遮断に関する問題
(正解は1, コメントは省略)

問題：

半導体を製造しているクリーンルームで、震度5の地震がありました。ただちにオペレータを避難させ電源を落としましたが、その後、建物はビクともせず、配線も短絡していないことを確認しました。そこで、クリーンルーム内の電源を復帰する前に、エンジニアがルーム内を安全確認することにしました。彼がやってはならないことを選びなさい。

- 1 ただちにクリーンルームに入って、装置ごとに入り口のガス栓を閉める
- 2 懐中電灯を用意して、クリーンルームののぞき窓から中を調べる
- 3 ただちにクリーンルームの外に設置したガスボンベの栓を締める
- 4 クリーンルームの外から、有毒ガスや酸素濃度のセンサー警報を調べる
- 5 排気ダクトのブロワーや冷却水のポンプの電源を復帰する

(b) 地震後のクリーンルームの遮断

図5 緊急時の水やガスの遮断に関する問題
(正解は1, コメントは省略)

問題：

圧縮空気を隙間に流して摩擦や振動を小さくする「エア-軸受け」を用いた超精密加工の試験装置を動かしているときに、急に停電になりました。しかし、試験装置の主軸は停電直後も高速で回りつづけています。この安全を考え抜いているとは思えない試験装置はその後、どうなるでしょうか。もっとも起こりそうなことを選びなさい。

- 1 1時間後にタンク内の圧縮空気の圧力が減少して、エア-軸受けが「着陸」して、回転軸とハウジングと摩擦熱で切削油が燃えて白煙が発生する
- 2 コンプレッサに付属するタンクに残っている圧縮空気が多いので、6時間後に回転軸が自然に停止するまで回りつづける
- 3 モータが発電機となり、回生ブレーキがかかって10分後に回転軸が停止する
- 4 あらかじめコンデンサに充電されていた電気でブレーキが作動して、1分後に回転軸が停止する
- 5 停電と同時に回転軸に摩擦板が接触する「非常用ブレーキ」がはたらき、10秒後に回転軸が停止する

(c) 停電後の圧縮エラーの遮断

図5 緊急時の水やガスの遮断に関する問題
(正解は1, コメントは省略)

ゲームの評価:

時: 2005年12月

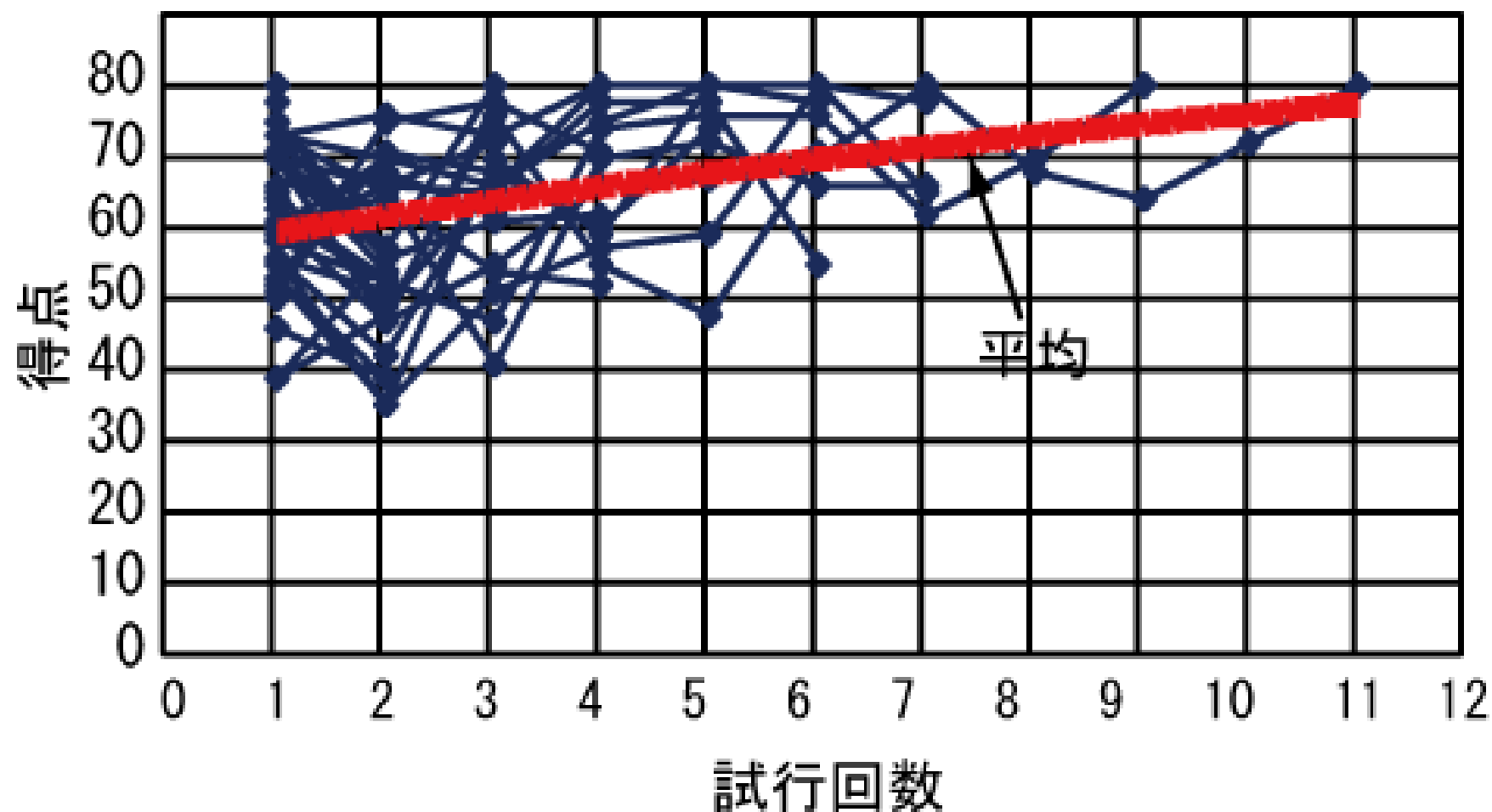
人: 失敗学会会員 29名

東京大学工学系及び経済学系学生 8名

中労災職員 4名

企業管理者 11名 合計 52名

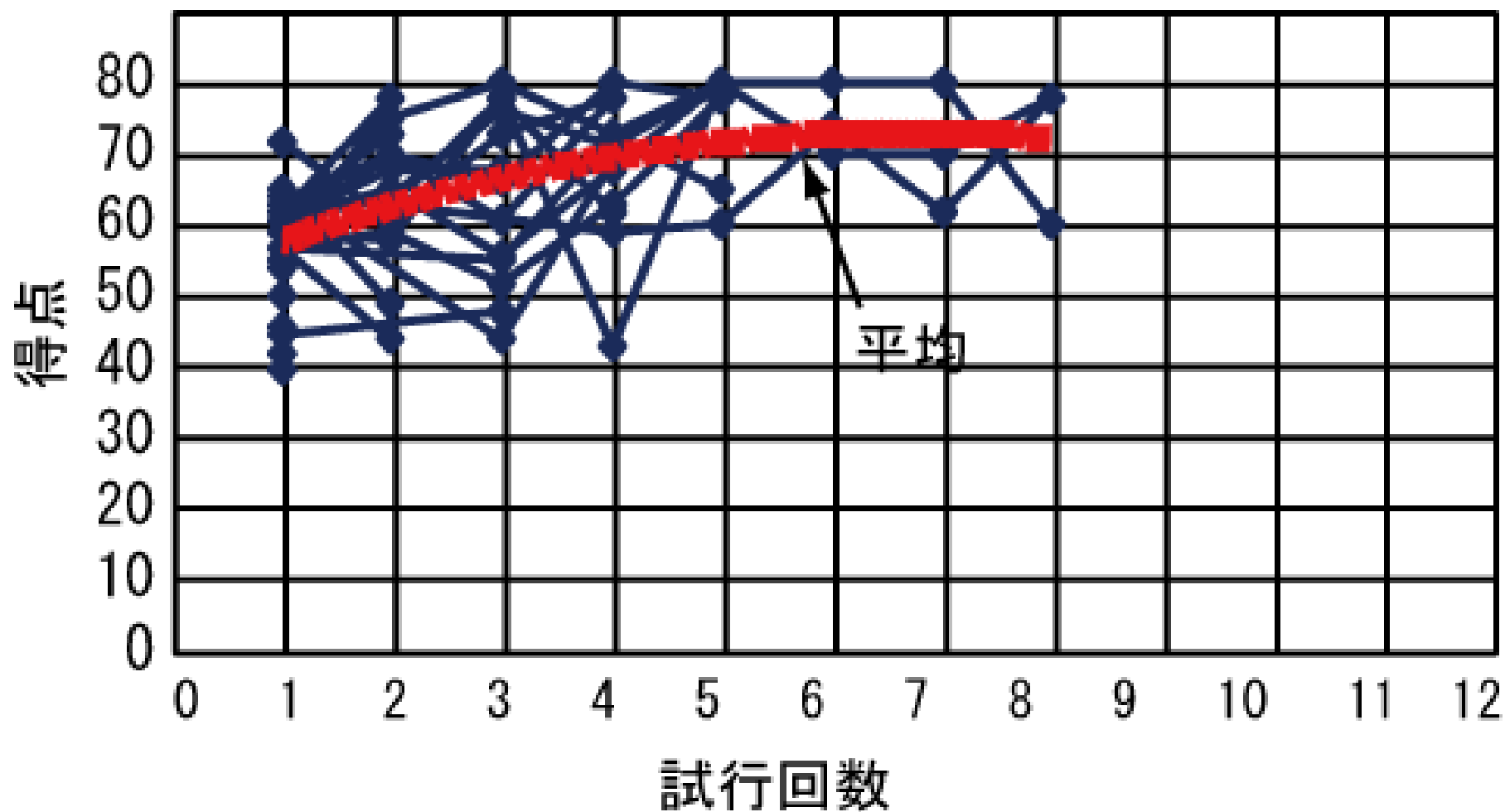
方法: 自分のコンピュータから失敗学会の
webサイトへアクセスし、1時間以上
遊んでもらうことを依頼した



(a) 技術系の得点

(試行者ごとに通常モードの得点を折れ線で結んだ)

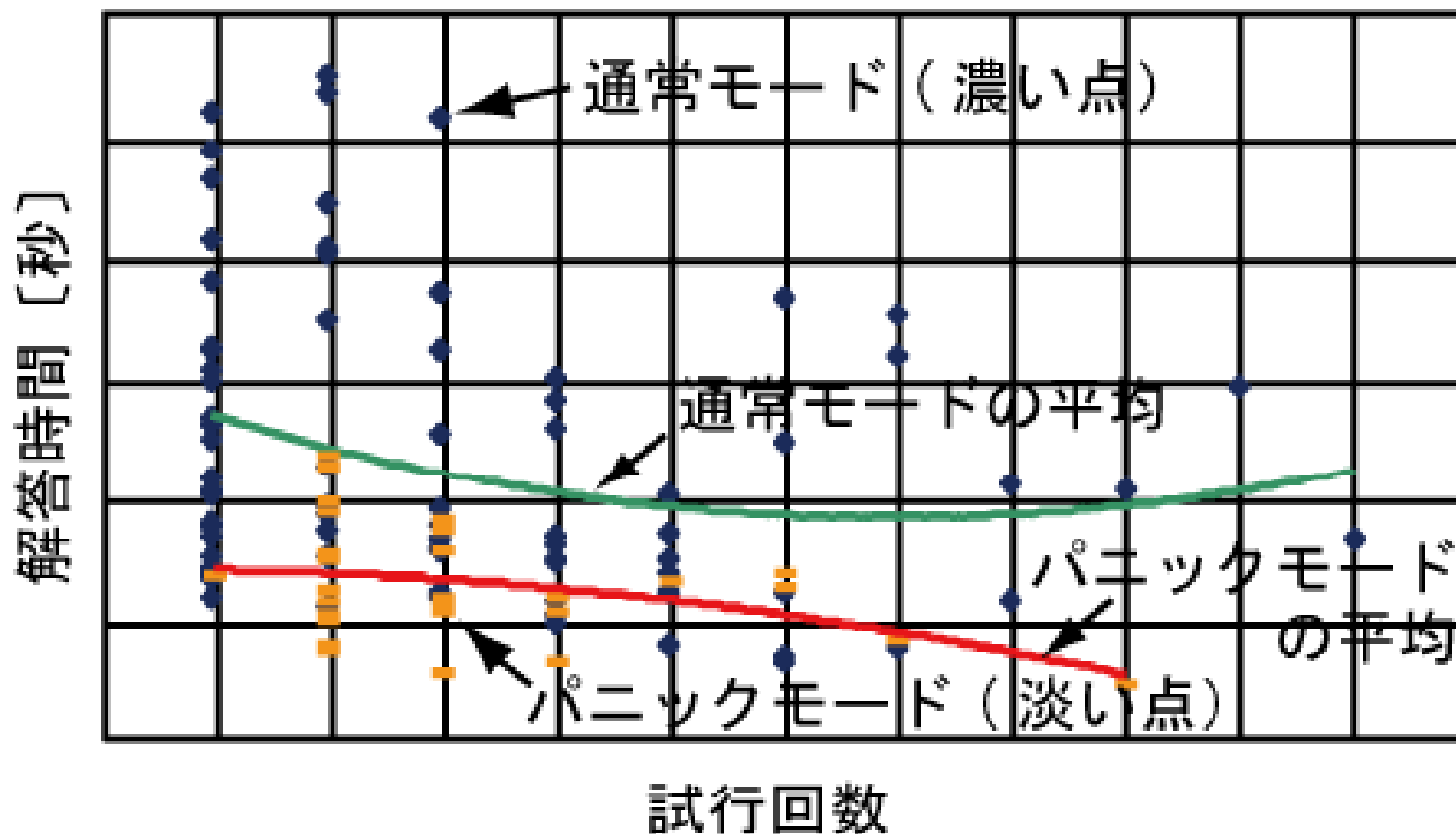
図 6 ゲームの思考回数と得点および解答時間との関係



(b) 管理系の得点

図 6 ゲームの思考回数と得点および解答時間との関係

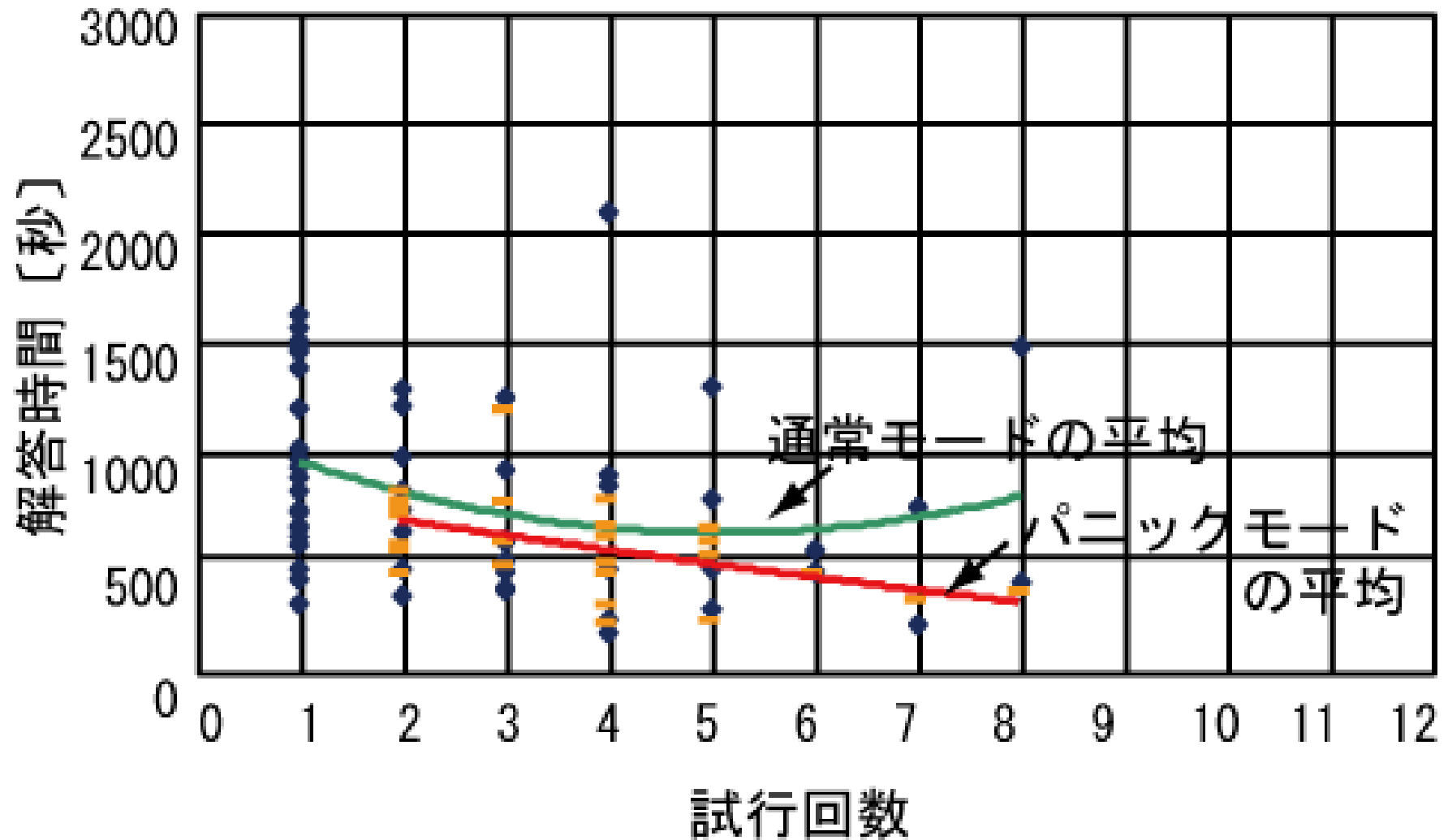
試行回と考慮時間（技術）



(c) 技術系の解答時間

図 6 ゲームの思考回数と得点および解答時間との関係

試行回と考慮時間（管理）



(d) 管理系の解答時間

図 6 ゲームの思考回数と得点および解答時間との関係

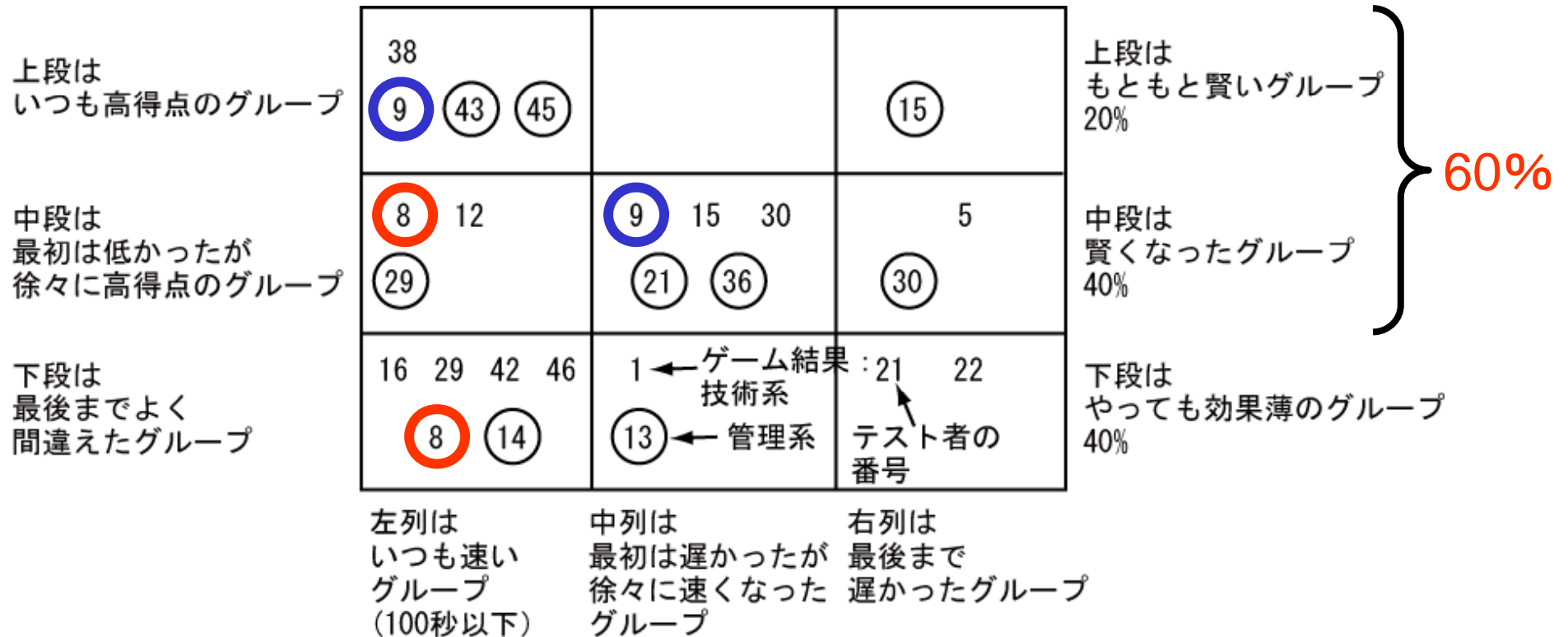
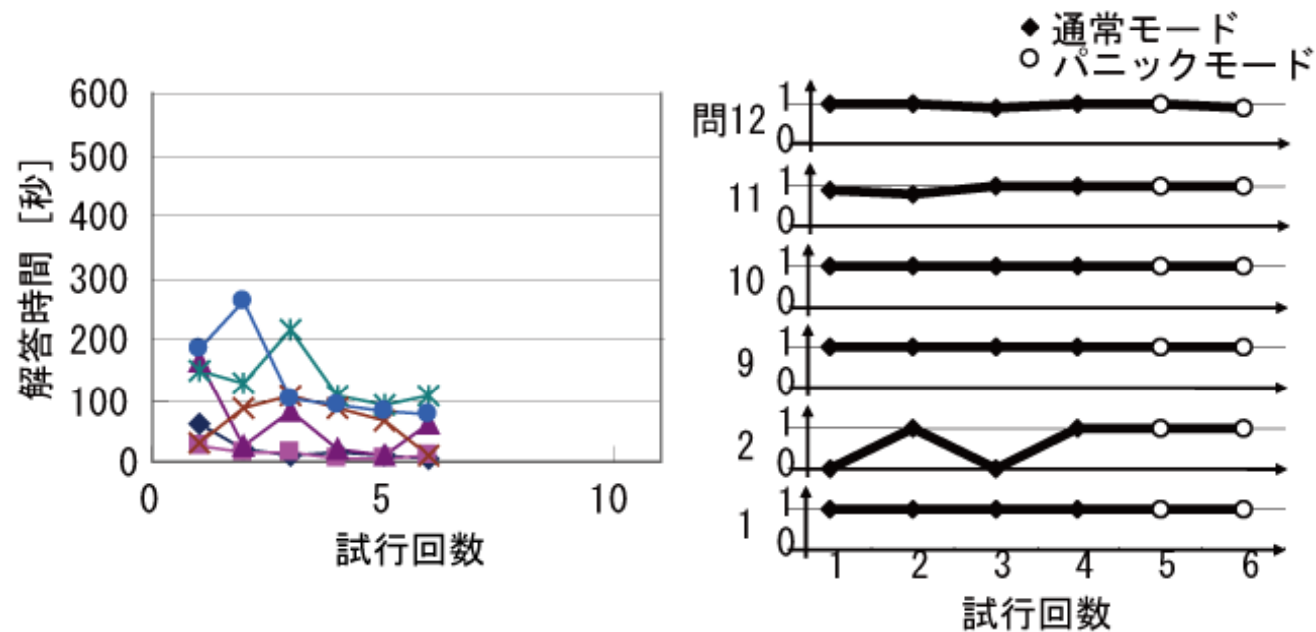


図7 4回以上、ゲームを行った人の知識修得率 (n=25)
8, 9, 15, 21の3人は、技術と管理の両方を実行した

個人的にみれば、全員が賢くなるとは限らない

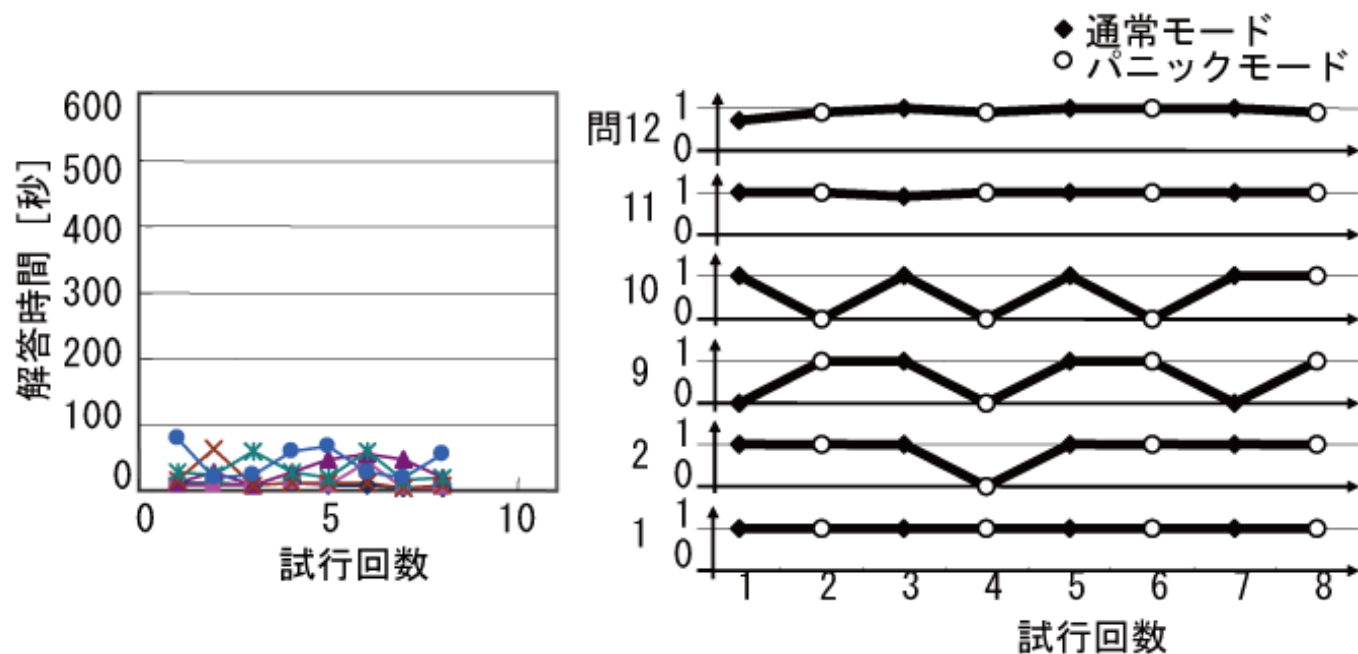
ID	9
業種	鉄鋼
職種	技術製造
役職	課長・係長
組織規模	5万人以上
学歴	大学院以上
専攻	工学・情報
所属	失敗学会
技術年数	18
管理年数	0



(a) 回を重ねるほどの知識修得できた典型例

図8 個人ごとに調べた知識修得の典型例

ID	8
業種	その他金融業
職種	技術製造
役職	管理・経営
組織規模	21-100人
学歴	大学院以上
専攻	経済・経営・商業
所属	失敗学会
技術年数	0
管理年数	0



(b) 回を重ねても知識修得できなかった典型例

図8 個人ごとに調べた知識修得の典型例

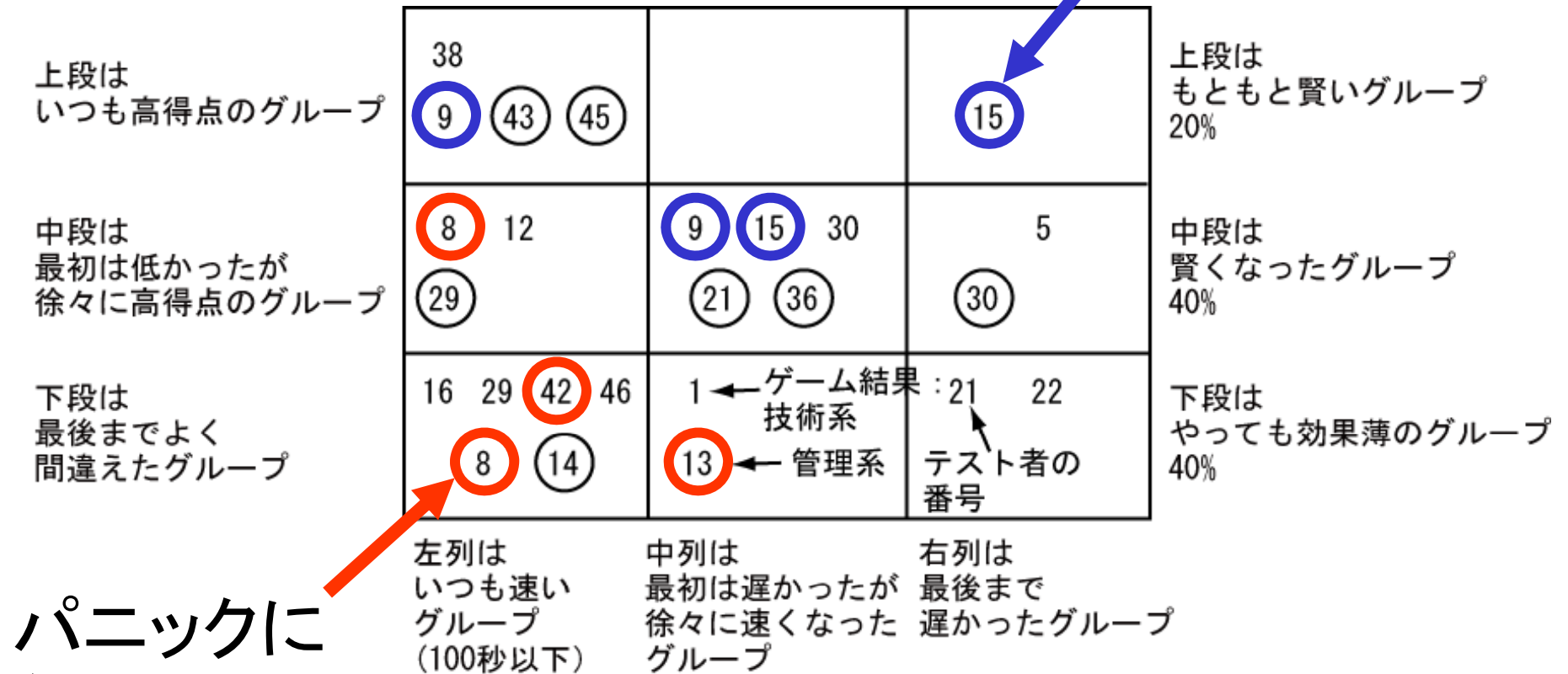
パニックモードの評価:

パニックモード
の得点 < 通常モード
の得点

ただし、技術系 13%減 (問題自体が長文だから?)

管理系 6%増

パニックに
ならなかった人



パニックに
なった人

図7 4回以上、ゲームを行った人の知識修得率 (n=25)

8, 9, 15, 21の3人は、技術と管理の両方を実行した

全員がパニックになるとも限らない

アンケート結果：24人回答

ゲームを面白く感じた（62%）

結構新しい知識を学んだ（76%）

修得できた知識を記述できた（92%）

→ 少なくとも半数はゲームによって
失敗知識の**上位概念**を修得できた

失敗知識を組織に配布して役に立てる
には内容を変えるべき (87%)

自分の職場で使うには内容を変えるべき
(80%)

変更すべき内容は自分の職場に特有な
事例である

→ **上位概念**を修得できた人でも、組織構成員
にゲームを行なうには、その組織固有の
下位概念を使うべきであると感じた

まとめ:

組織構成員の失敗予知能力を高めるために、自習用ゲームソフトウェア“パニック2005”を作成した。

試用したところ、平均的には回を重ねるほど正答率が高まり、解答時間が短くなった。

しかし、個人的には60%の人しか正答率が高まらなかった。アンケートでは80%の人がゲームの知識内容を組織固有のものに変えるべきと答えた。

→ 失敗知識から一般的・共通的な上位概念を想定できる人は約半数にすぎない

→ 想定できる人を含めて、多くの人々が、修得すべき失敗知識は組織固有で特有な下位概念にすべきと感じている