

JCO臨界事故の マルチエージェントシミュレーション Multi agent simulation of the criticality accident by JCO

埼玉大学生産環境科学講座

斉藤弘朗 鈴木章彦

研究背景

企業による事件・事故

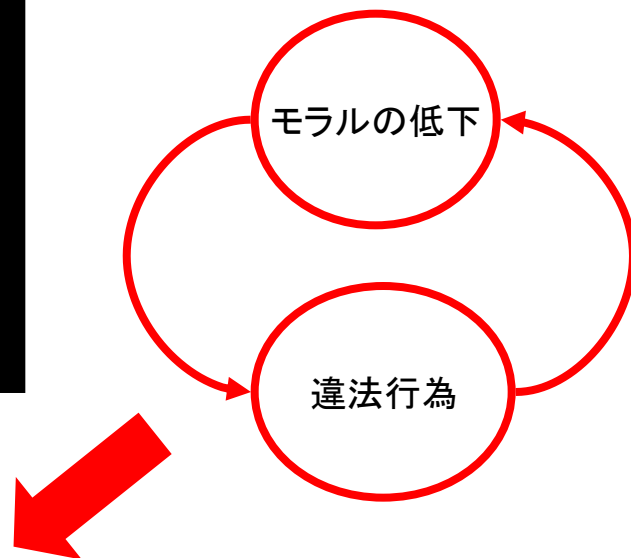
不二家の品質管理問題



テレビ局の捏造問題



モラルハザード



JCO臨界事故

事故当時の状況

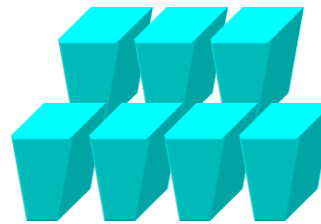
- ・経営悪化⇒ノルマ強化
- ・未経験な作業の需要

原子力安全委員会の巡視
社内安全委員会

効率化を図り違法作業をする

社員たちの安全意識の低下

規定の7倍のウラン



ウランを
バケツで取り扱う

Mr.S

Mr.O

沈殿槽(臨界の起
こりやすい形状)

10:35 a.m. 9/30 1999

臨界事故発生

空間名 : WORKSPACE

作業員5名(うち1名をリーダーとする)



エージェントの持つ変数

やる気 : 実数、0～100

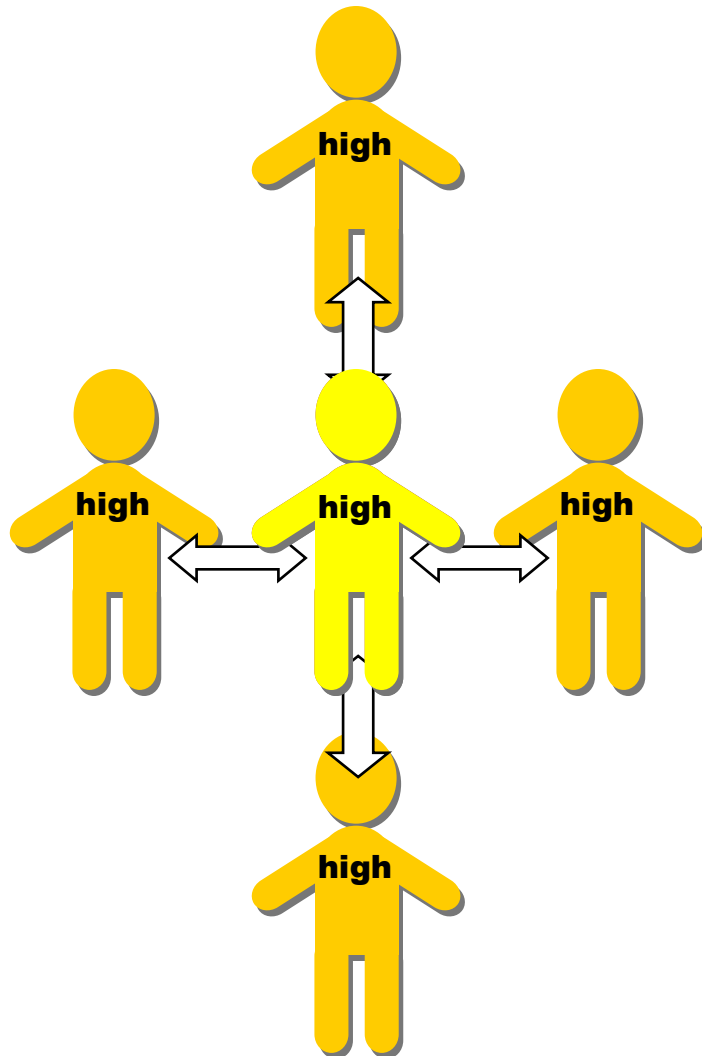
安全意識 : 実数、0～100

作業方法 : 文字列

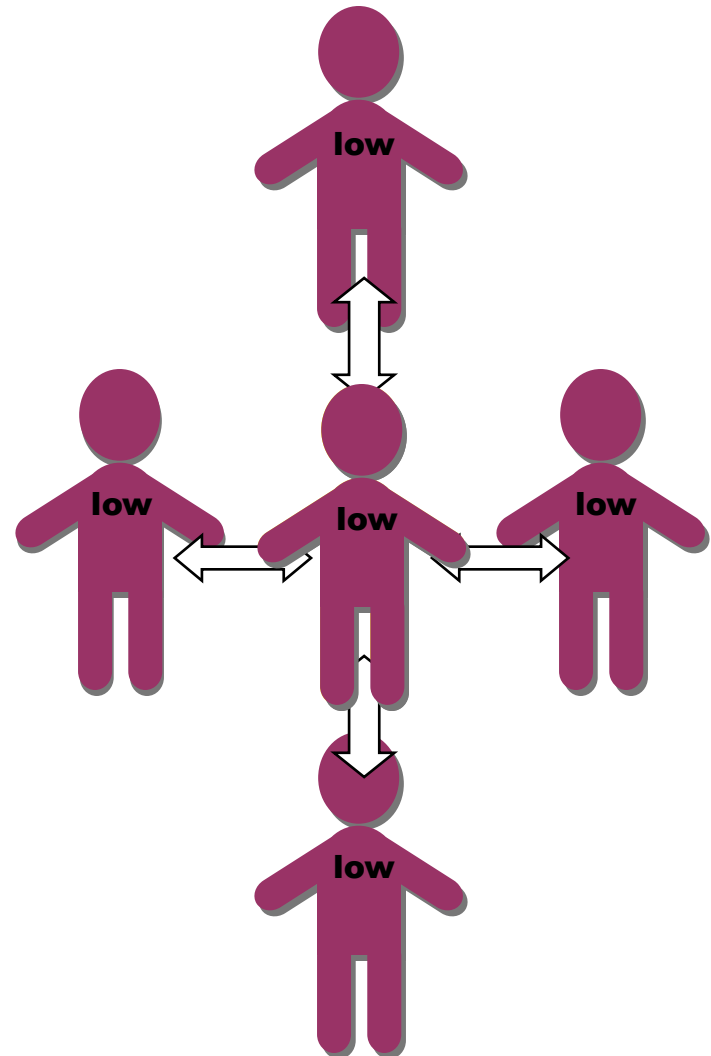
使用する装置 : 文字列

やる気の相互作用

周りのやる気自分より高い場合



周りのやる気自分より低い場合

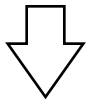


安全意識の変化

①上司の影響

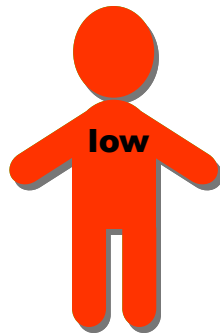
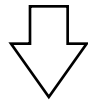
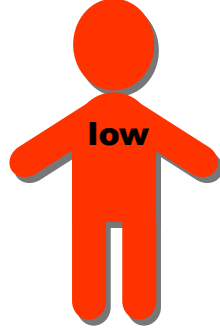
上司の

安全意識が高いとき



上司の

安全意識が低いとき



②経験値

作業ミス...

通常、事故には至らないが

作業成果が0になってしまうような行動

*** ミスをする確率 = $1/\text{安全意識}$**

○作業記憶の例

現在より高い安全意識 $2/10 = 0.2$

現在の安全意識 $3/5 = 0.6$

現在より低い安全意識 $4/5 = 0.8$



この場合、安全意識は上がる

安全意識の低下に伴う作業の変化

安全意識	作業方法	使用する装置
初期値:50	通常(0.5)	溶解棟(0.5)* 通常の装置
40	バケツ(1.0)	
30		貯塔(1.0)* 許可のない装置
20		沈殿槽(2.0)* 臨界し得る装置

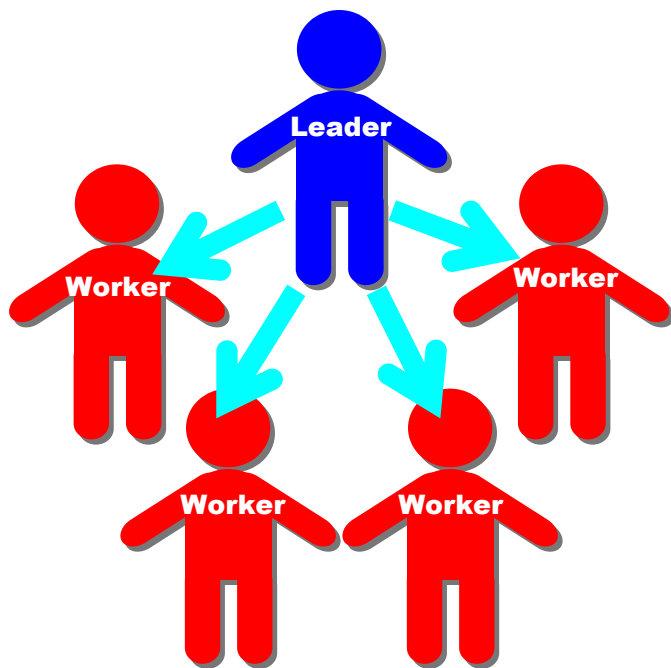
成果＝やる気×作業方法の効率×装置の効率

全エージェントがバケツ&沈殿槽使用の場合

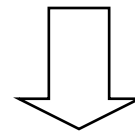
五名の作業員のうち
ランダムに選んだ二名が
両方とも作業ミス?

一度に7バッチを投入

⇒ 臨界事故発生



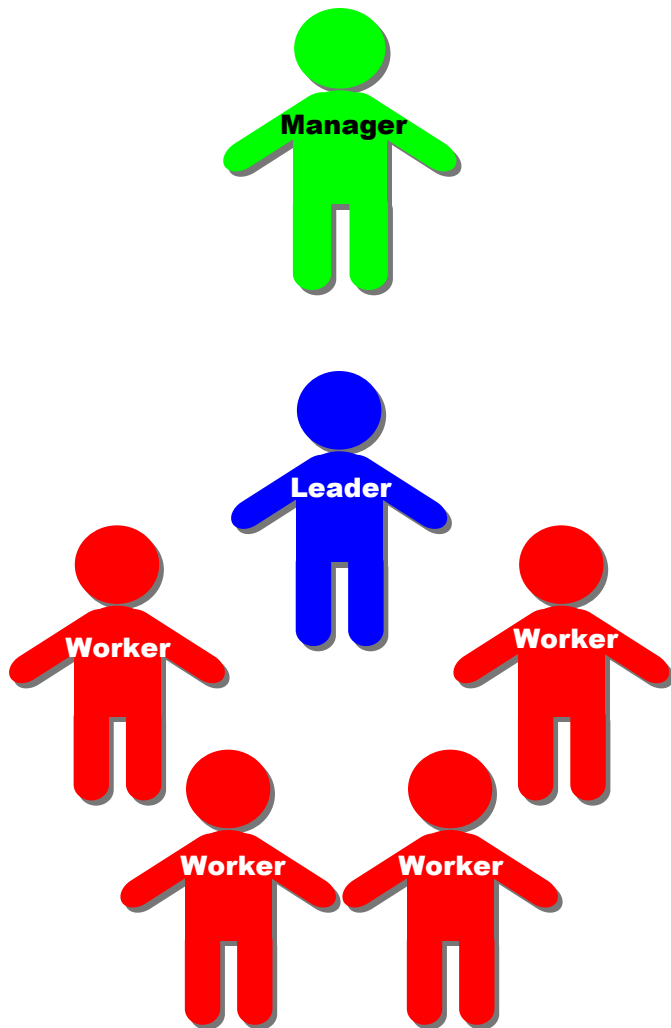
リーダーは作業ミスをした作業員に指導を行う



作業員は

やる気[%]

の確率で安全意識を上げる



経営者はノルマを設定する

ノルマの初期値 = $(50 \times 0.5 \times 0.5) \times 5 = 62.5$

①ノルマを達成できた場合

作業員のやる気が上がる

経営者はノルマを上げる

ミスがない作業員⇒現状に満足してやる気に

反比例して 安全意識が下がる

②ノルマを達成できない場合

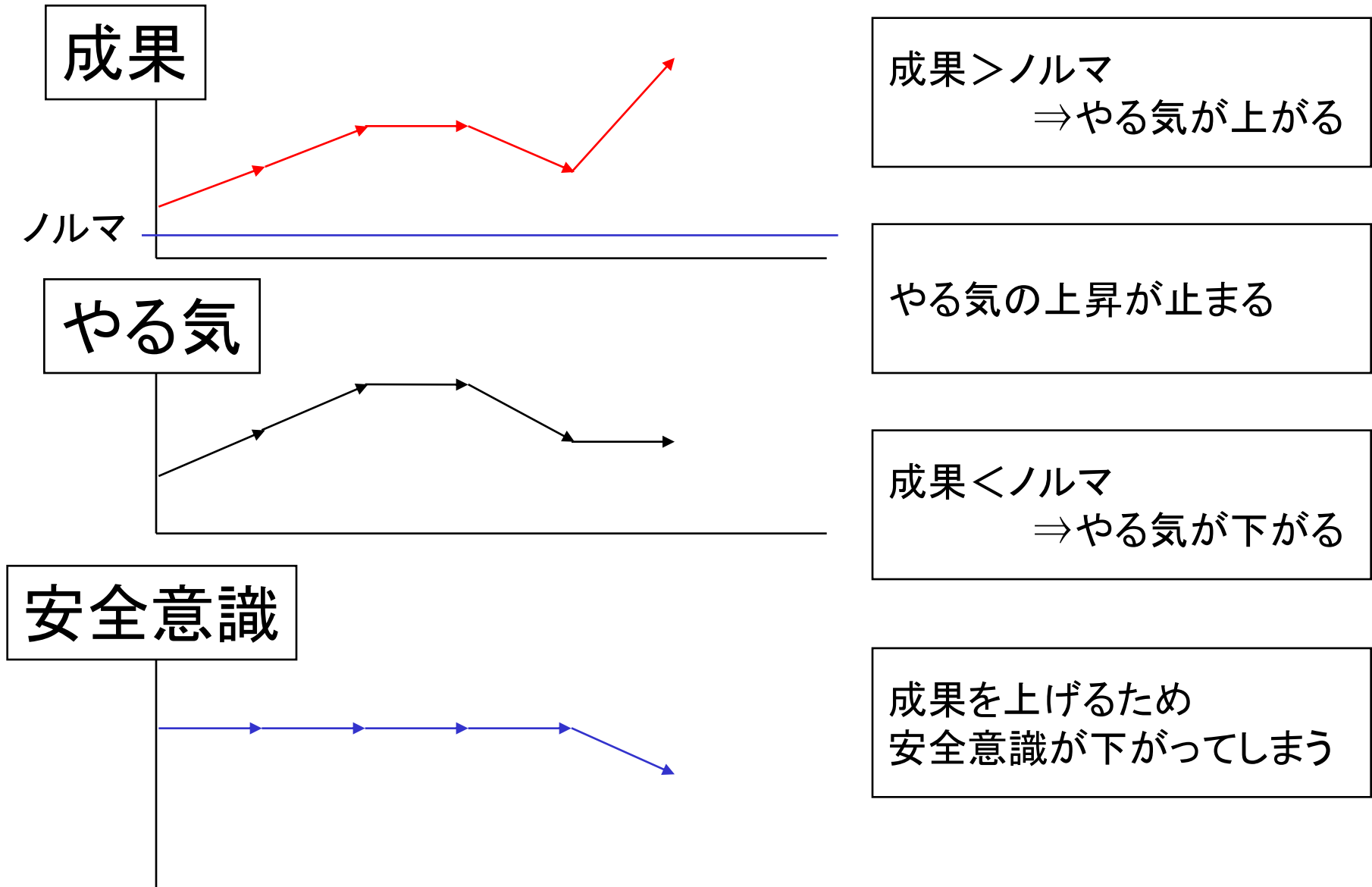
作業員のやる気が下がる

経営者はノルマを下げる

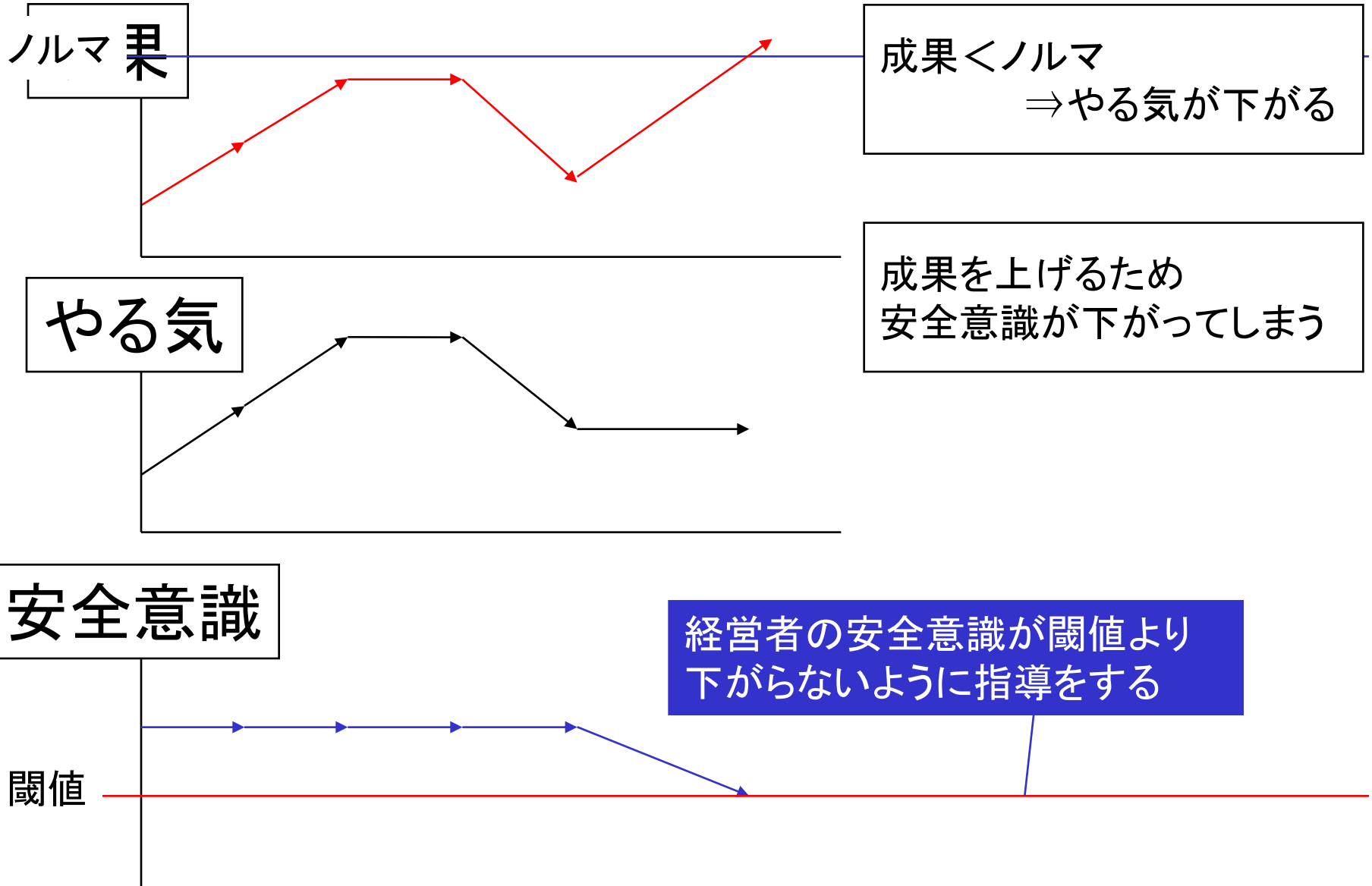
二連続で達成できない⇒やる気を上げる

or安全意識が下がる

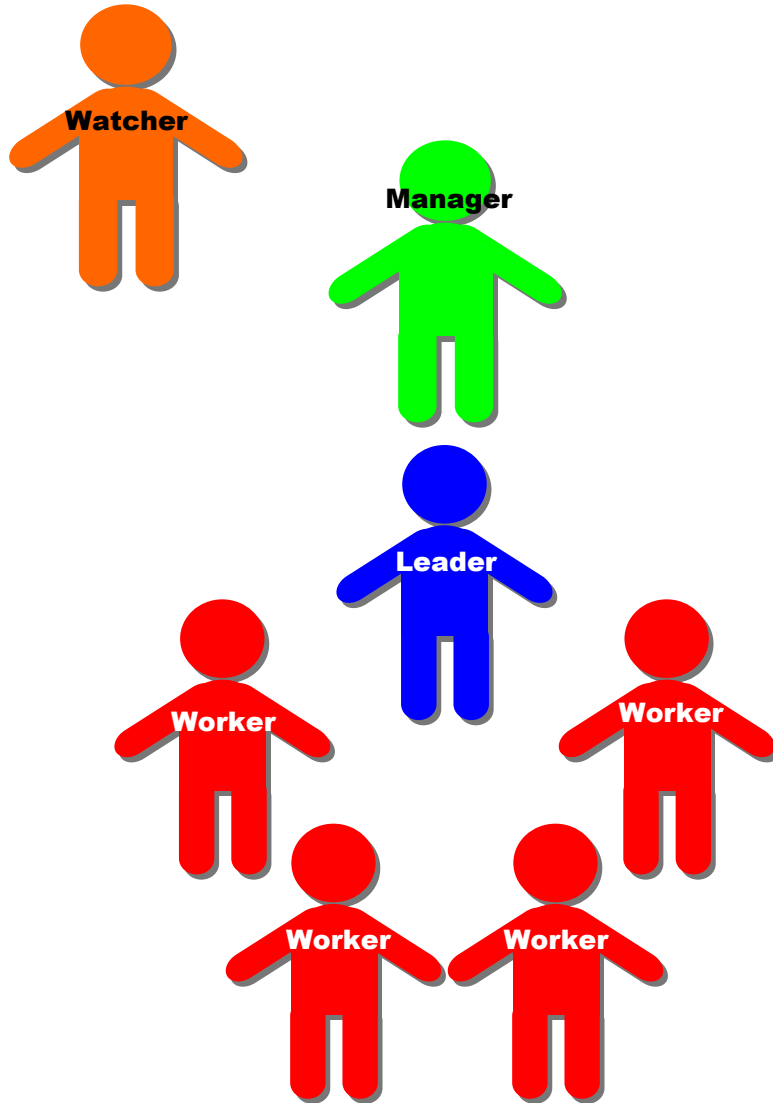
安全意識低下のメカニズム



監督者エージェント



シミュレーション



初期条件

やる気:50

安全意識:50

作業方法:通常

使用する装置:溶解棟

監督なし

or監督者の閾値:20,25,30,40,50,60

終了条件

事故発生もしくは2000ステップ経過

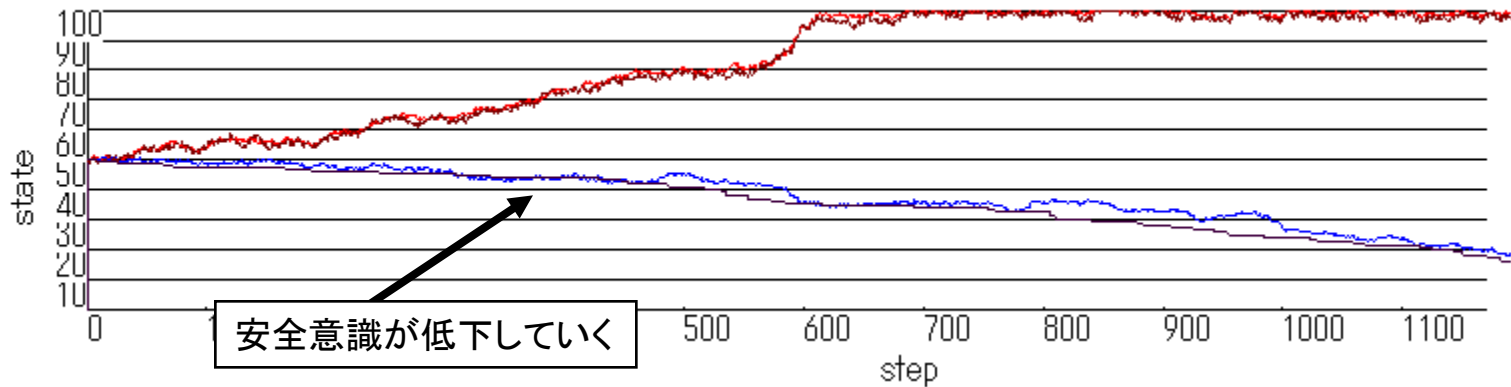
比較対象

終了ステップ数

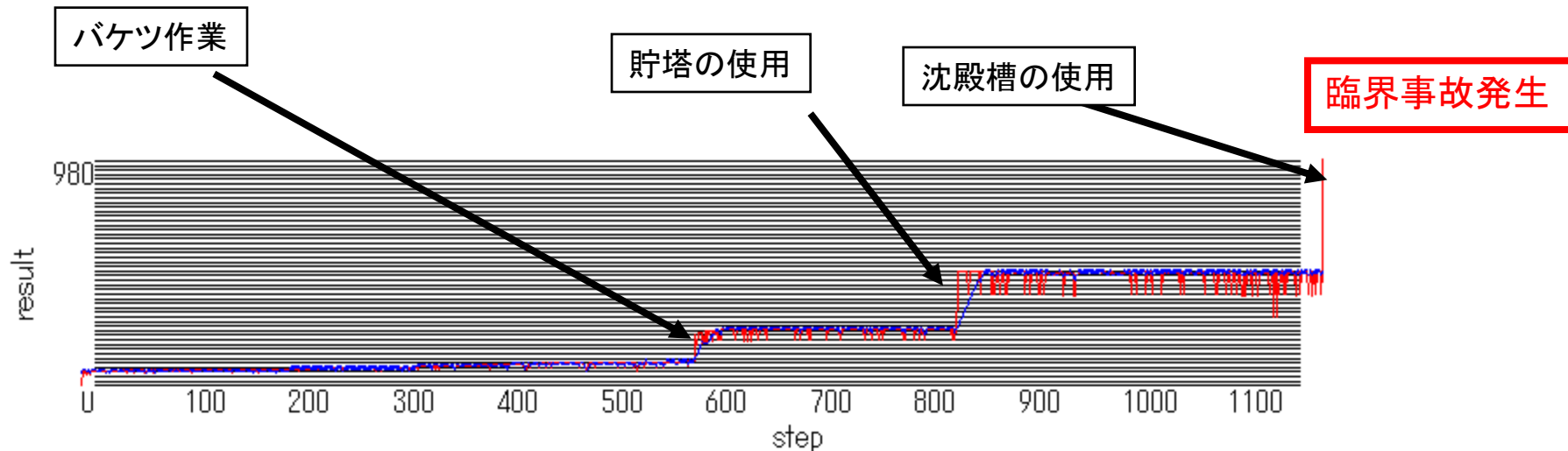
1ステップあたりの作業ミスの頻度

1ステップあたりの成果の平均(生産性)

シミュレーションの様子



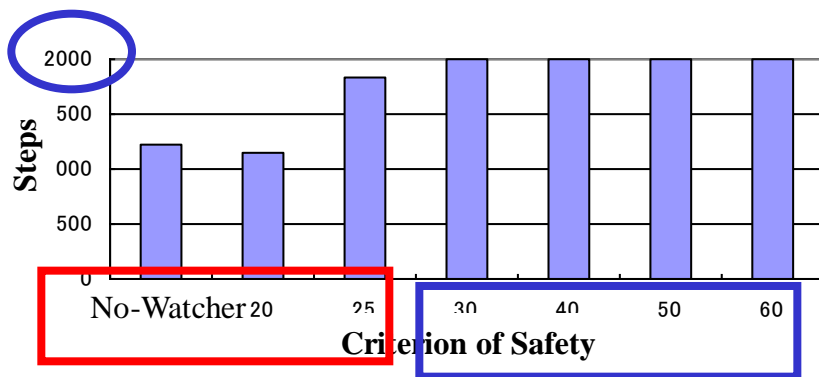
安全意識とやる気の推移



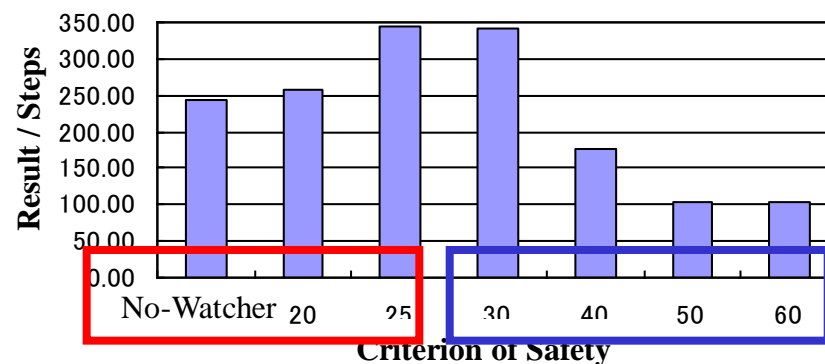
成果の推移

監督者が居るときの結果

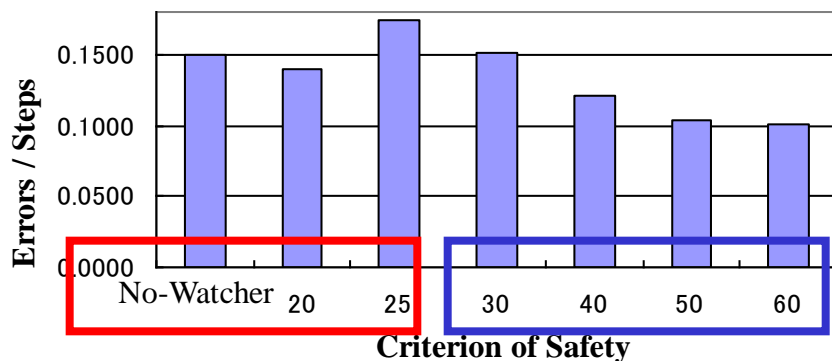
終了ステップ数



生産性



ミスの頻度

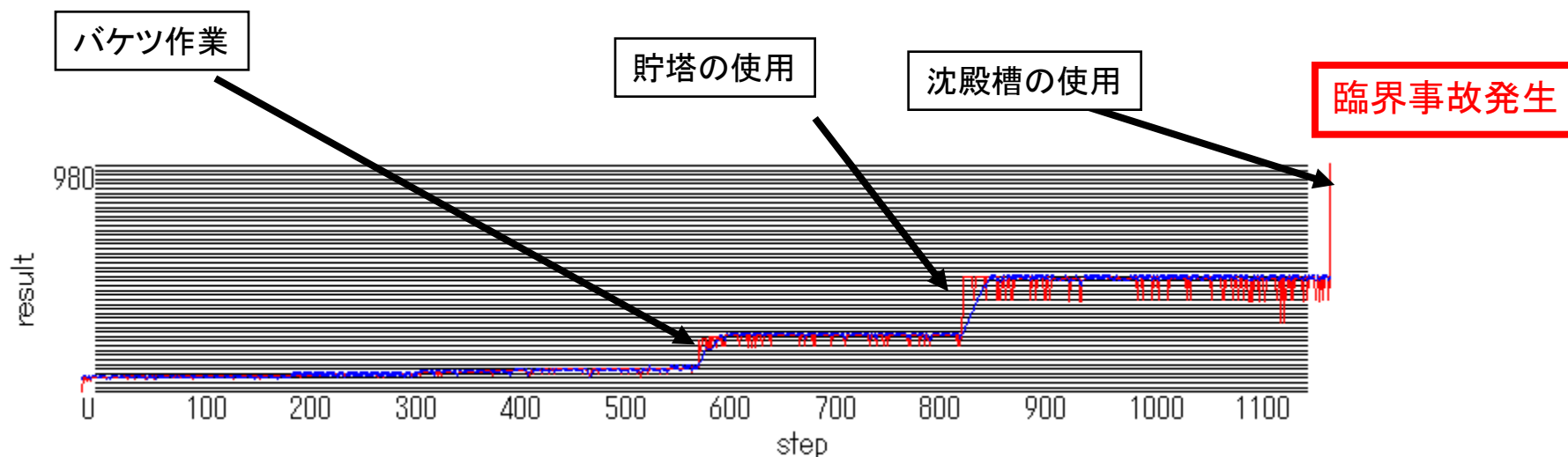
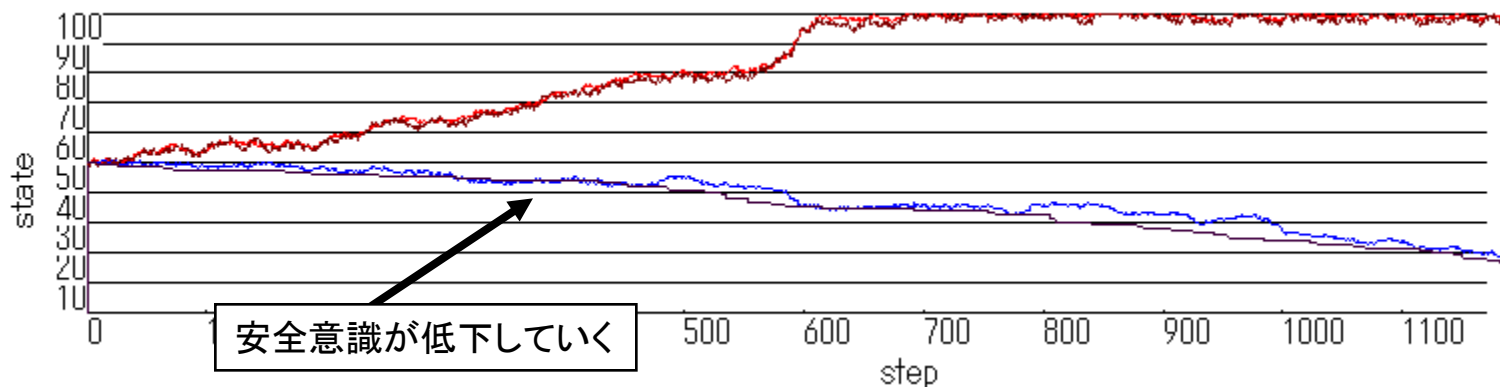


- ・安全意識の閾値が25まででは事故が発生してしまう
- ・安全意識の閾値が30以上で事故が発生しなくなる
- ・閾値を上げすぎる生産性が下がってしまう

結言

- KK-MASを用いてJCO臨界事故当時、事故発生までの様子を定性的ではあるが再現することが出来た。
 - モラルハザードへは、成果に対するノルマの圧力が安全意識低下を生み出す、その相互作用により発生する。
 - 監督者が経営者の安全意識を監視することが事故防止に有効であると思われる。
- (安全意識把握の不確実性は今後の課題)

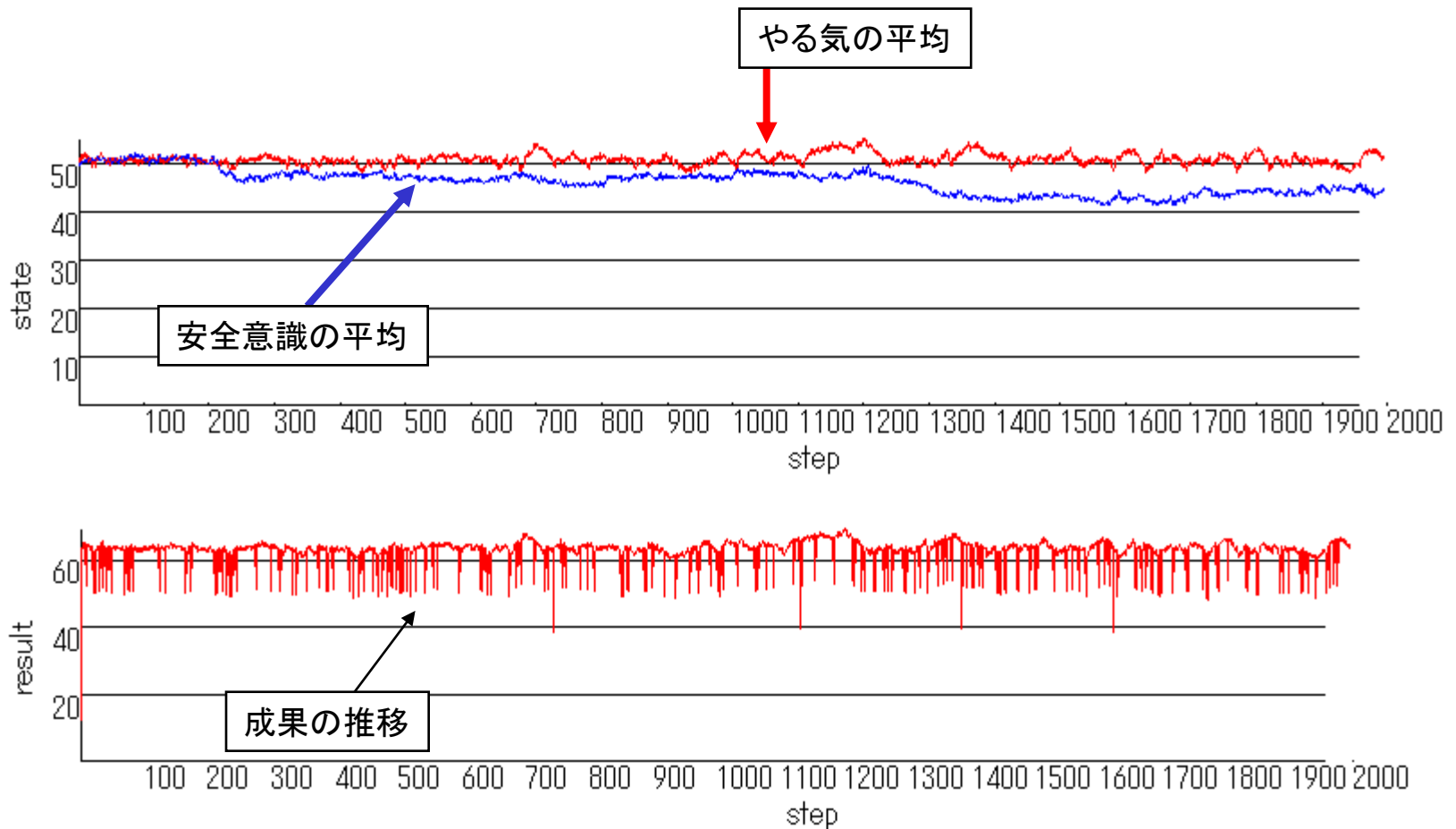
シミュレーション結果



監督者エージェントの配置 ⇒ 経営者の安全意識を監督

* 監督時の誤差: ± 4 (標準正規分布における分布関数 $\Phi(x)$ を用いて計算)

シミュレーション結果1



事故は発生しなかった

やる気や安全意识も初期値から大きく変化することはなかった