

# 作業能力指標による定量評価と 作業知識提示による手術看護師 トレーニングシステム

大和裕幸<sup>1)</sup>, 稗方和夫<sup>1)</sup>, ○湊谷洋平<sup>1)</sup>,  
伊関洋<sup>2)</sup>, 村垣善浩<sup>2)</sup>, 中村亮一<sup>2)</sup>, 鈴木孝司<sup>2)</sup>

1) 東京大学

2) 東京女子医科大学



# 目次

- 目的・背景
- 手術現場と手術看護
- 器械出し看護の作業能力指標
- トレーニングシステムの開発
- システム評価実験
- 考察
- 結論



# 目的

- 手術看護の2大分野のうちの1つである器械出し看護について、作業評価及び訓練が可能な模擬環境を構築すること
  - 手術安全と効率性の向上を最終目的とする
- 器械出し看護の作業能力を測る客観的定量的指標の提案
- 器械出し看護のトレーニング・システムの開発
- トレーニング・システムの有効性評価



# 背景

- 医療分野において、人間の作業に起因する安全上の問題をなくす取り組み
  - 模擬的な環境での教育訓練手法に関する研究がなされている
- 手術看護の有効な模擬環境はない
- 模擬環境での教育を可能にする、客観的定量的な作業能力指標も提案されていない





目的・背景

# 手術現場と手術看護

器械出し看護の作業能力指標

トレーニングシステムの開発

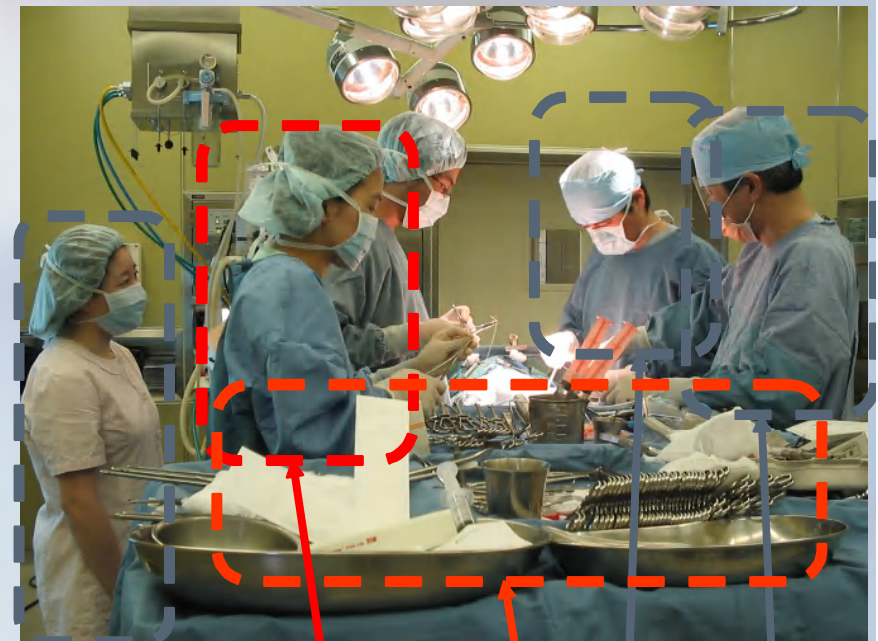
システム評価実験

考察

結論

# 手術現場の作業者

- 外科医
  - 術者・助手補助医
  - 執刀・施術
- 手術看護師
  - 器械出し看護師
    - 手術介助
    - 器械台上で作業
  - 外回り
    - 手術記録・不足した器械の手配
- その他
  - 生理計測・麻酔



外回り

器械出し

器械台

術者

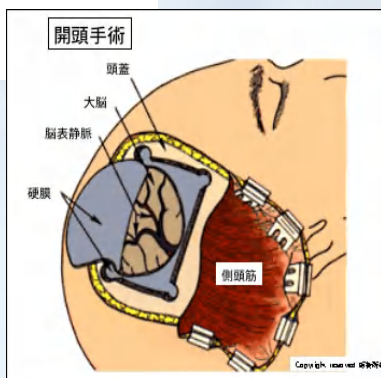
助手

清潔野

# 手術の流れ・器械出しの作業

## 手術の工程(脳腫瘍摘出術の例)

開頭術  
(脳を露出させる)

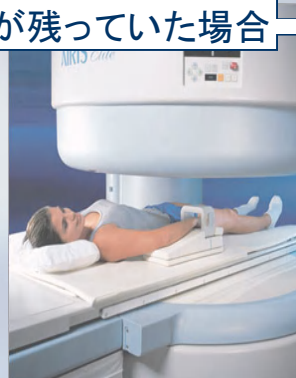


80min.

腫瘍剥離  
・摘出



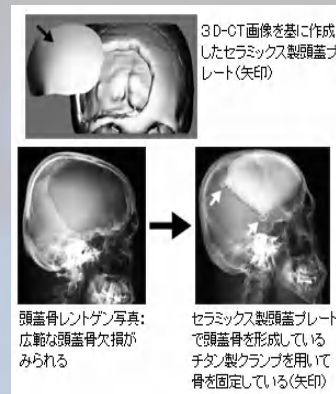
MRI 撮影



腫瘍が残っていた場合

6~10 hour

閉頭・後処理



80min.

## 器械出し看護師の作業

## 訓練対象: 台上での作業

術前準備  
(1 hour)

器械の受渡 受取った器械の洗浄

受渡・洗浄

器械を台上に置く・片付け・台整理

器械台整理

医材(ガーゼ等)補充作成・使用した医材カウント

次に使う器械の準備

MRI準備

MRI後処理



目的・背景

手術現場と手術看護

# 器械出し看護師の作業能力指標

トレーニングシステムの開発

システム評価実験

考察

結論





# 作業能力指標提案の流れ

## ■ 指標選定

熟練看護師5名に対し  
インタビュー  
・器械出し看護に必要な能力  
・熟練者と新人の差

インタビュー内容を元に、  
客観的・定量的な  
作業能力指標を選定

## ■ 作業分析 検証実験

現場の器械出し看護作業に対して指標値計測

## ■ 有効性検証

新人と、熟練者の間で  
作業能力指標に差があるか、  
検証 [有意水準:0.05]

指標を元に、新人に改善点を  
提案する  
有効な提案であるか検証



# 選定した作業能力指標

- 応答時間の平均と標準偏差
  - 「術野を待たせない」: 外科医の器械要求に応じ迅速に手渡す事が必要
  - 器械を要求されてから、正しい器械を渡すまでの時間
- (直近の作業) 予測率
  - 明示的な要求がなくとも、予測して出す事ができることも必要
  - 外科医の全器械交換回数のうち、要求なしに渡せた割合
  - 要求前に、渡す動作を行っているか否かで判定
- 優先順位付けの間違い回数
  - 迅速な手渡しの為、状況に応じた器械の準備が必要
  - 器械を要求された後にその準備を始め、応答に一定時間かかった場合
- 台上の器械数が一定数より多い時間[秒]
  - 熟練者は、台上に必要な器械しか置かない・適切な片付けが必要

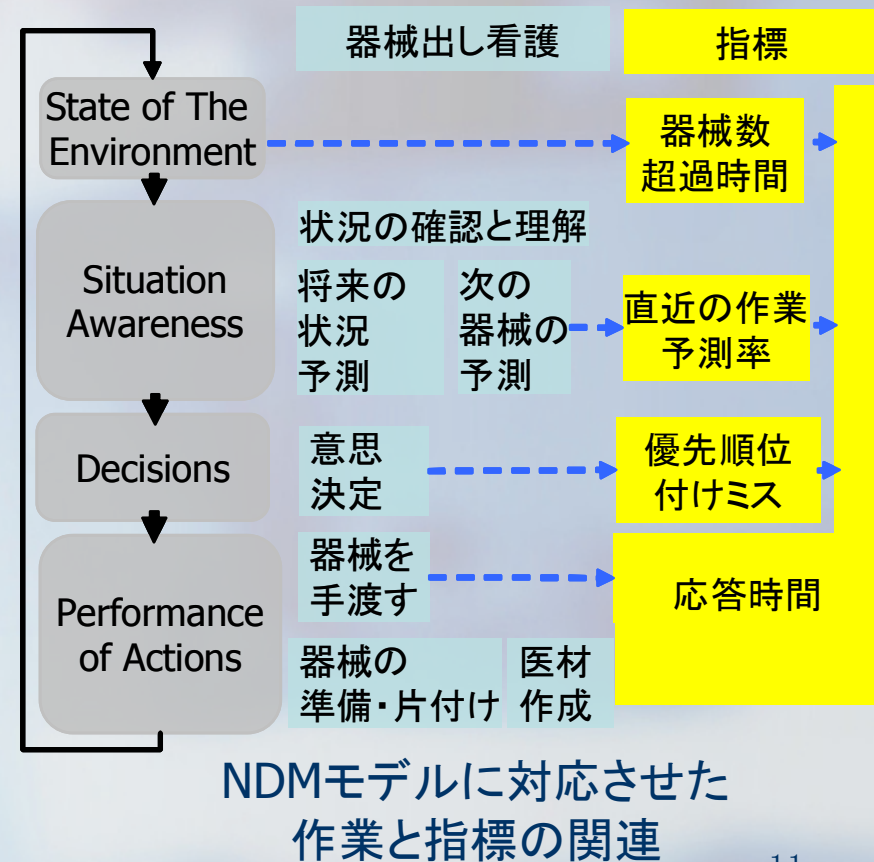


# 指標と器械出し看護の作業

## ■ NDMモデル

- 現実的・動的な状況の中での判断を対象とした意思決定モデル
- 現在状況、状況認識、意思決定、作業実行のループ

- 「現在状況」、「状況認識」、「意思決定」、「作業実行を含む全段階」、を評価する指標

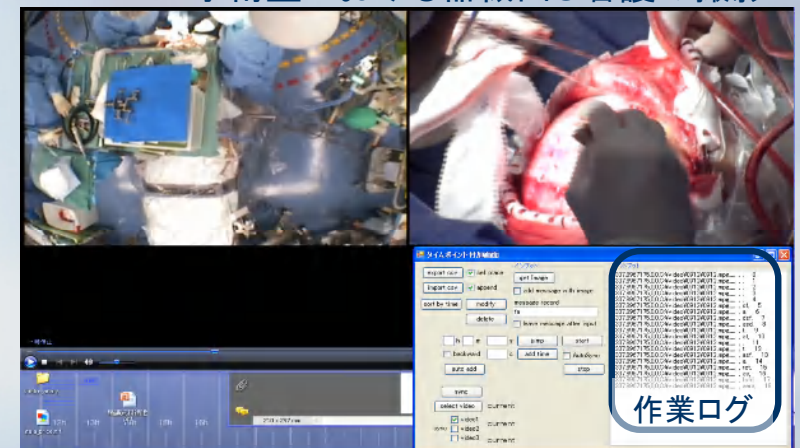
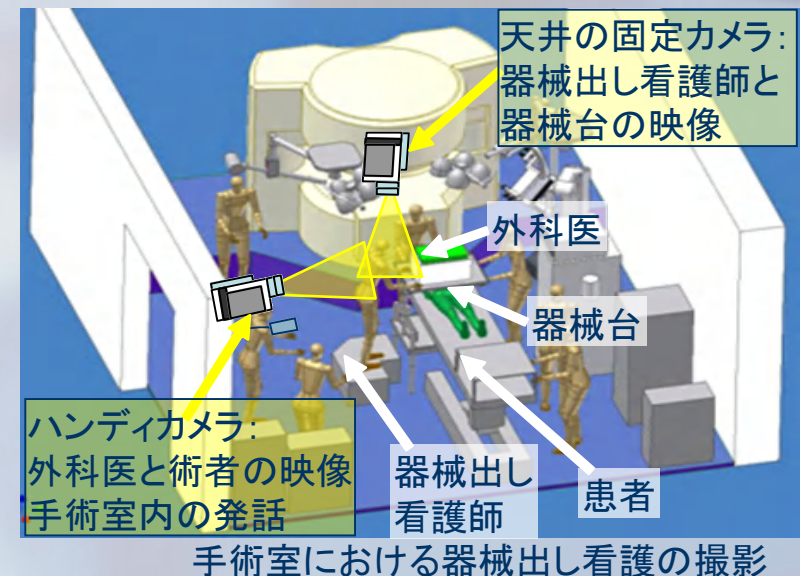






# 作業分析・指標値計測

- 事例：脳腫瘍摘出術の開頭術
  - 同一手順・11例
- 新人6人・5年以上の経験者5人
  - 器械出し看護師の作業負荷は同程度
- 手術室内をビデオ撮影
  - ビデオによる作業分析
  - 作業指標を計測



分析画面と作業ログ

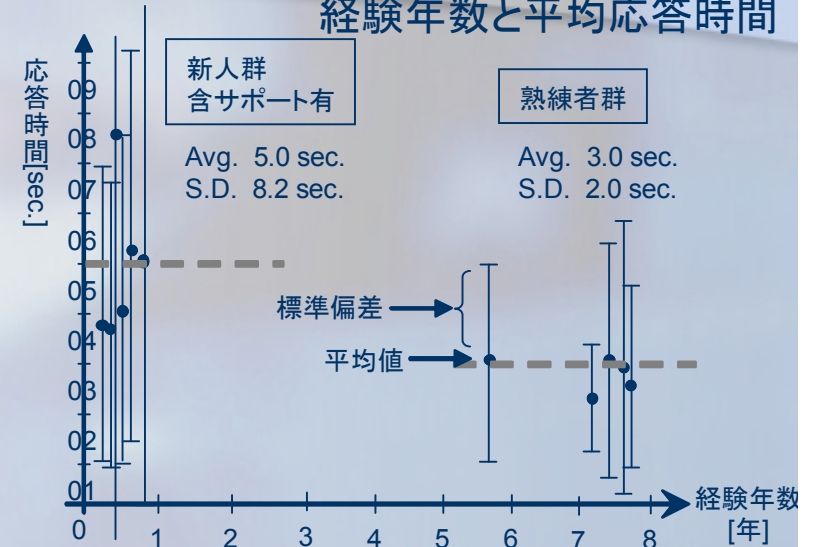




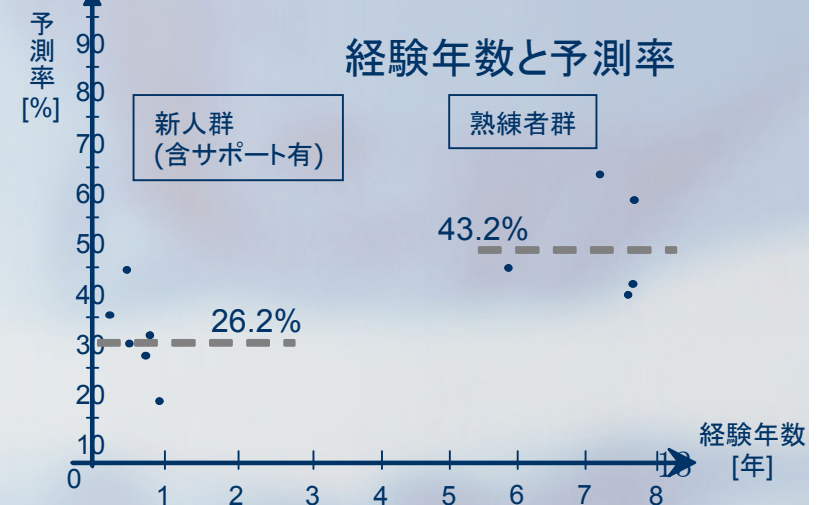
# 指標の有効性検証 応答時間・予測率

- 指標値に有意差あり
  - 応答時間
    - 平均: t検定,  $p=0.012$
    - 標準偏差: t検定,  $p=0.029$
  - 直近の作業予測率: t検定,  $p=0.014$

経験年数と平均応答時間



経験年数と予測率







# 指標計測実験の考察

- 4つの指標値に有意差あり
- 指標を元にした改善提案：熟練者から有効な提案であることを確認
  - 応答時間の長い器械、優先順位付けミスをした器械の指摘
- 課題
  - 被験者を増やし信頼性向上
  - 他の手術への適用



目的・背景

手術現場と手術看護

器械出し看護の作業能力指標

# トレーニングシステムの開発

システム評価実験

考察

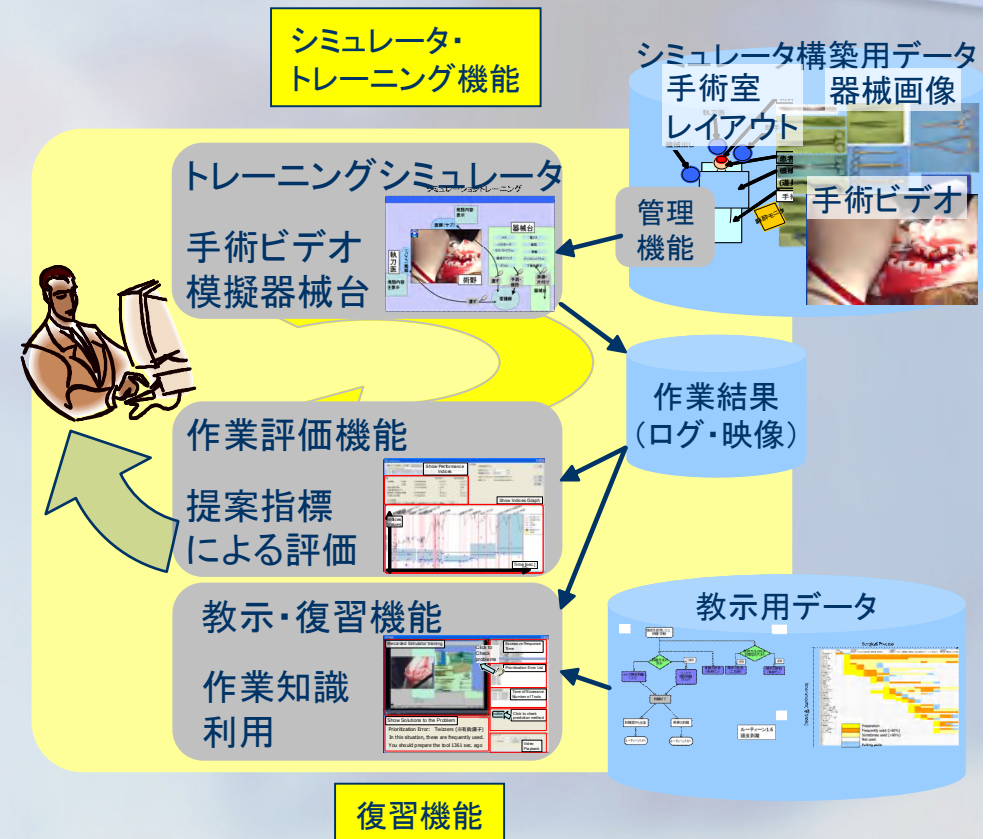
結論





# トレーニングシステムの概要

- システムの目的
  - 現場経験の乏しい新人の作業能力向上
  - 現場作業前の予習・作業評価
    - 不慣れ・低頻度の症例
- システムの仕様
  - 現実の手術を収録したビデオ → 現場と同じ時間的制約
  - 提案した作業能力指標 → 作業評価・問題点抽出、改善案提示
  - 管理機能 → 複数の症例に対応



システム概要

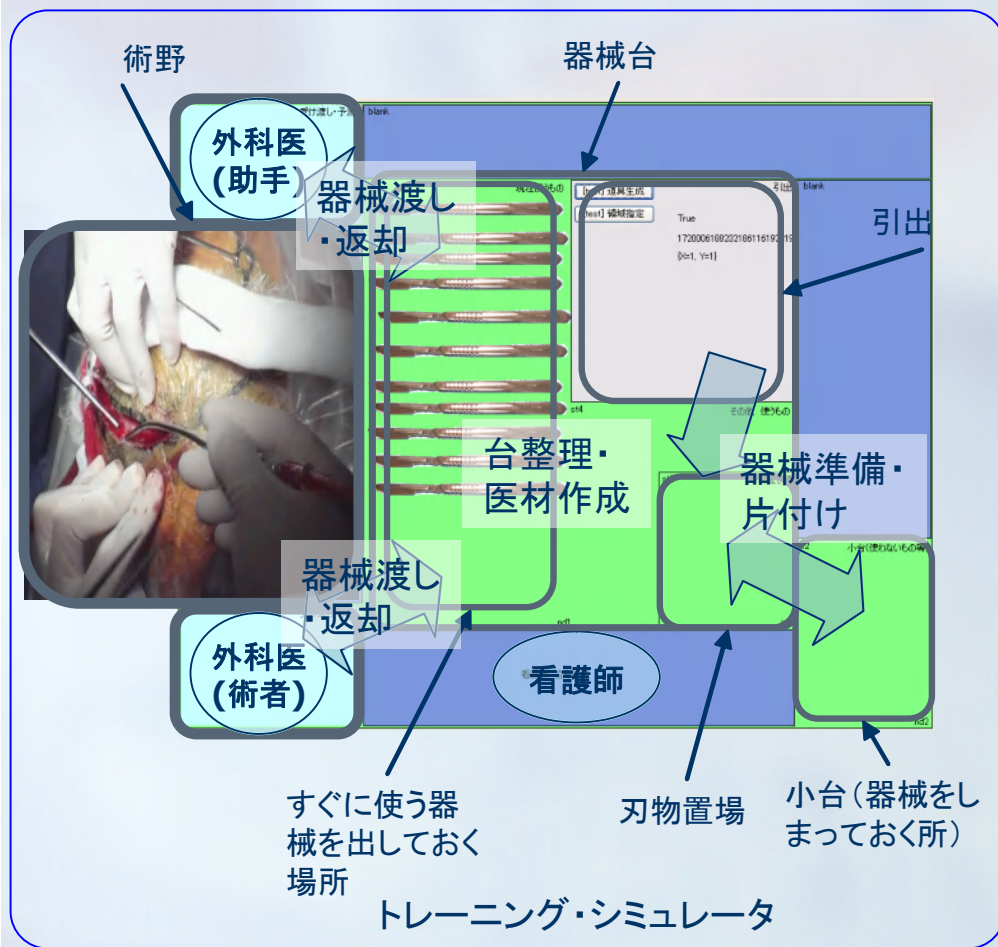


# システムの紹介

- 模擬環境のインターフェース
- 器械の操作
  - 準備・移動・片付け
  - 医材(止血剤)等の作成
- 外科医とのやりとり
  - 器械渡し・受け取り
  - ビデオ(手術進行)の停止
- 手術看護師によるシステムの利用
  - システム評価実験(後述)の様様
- 作業評価機能
- 復習機能



# シミュレータのインターフェース





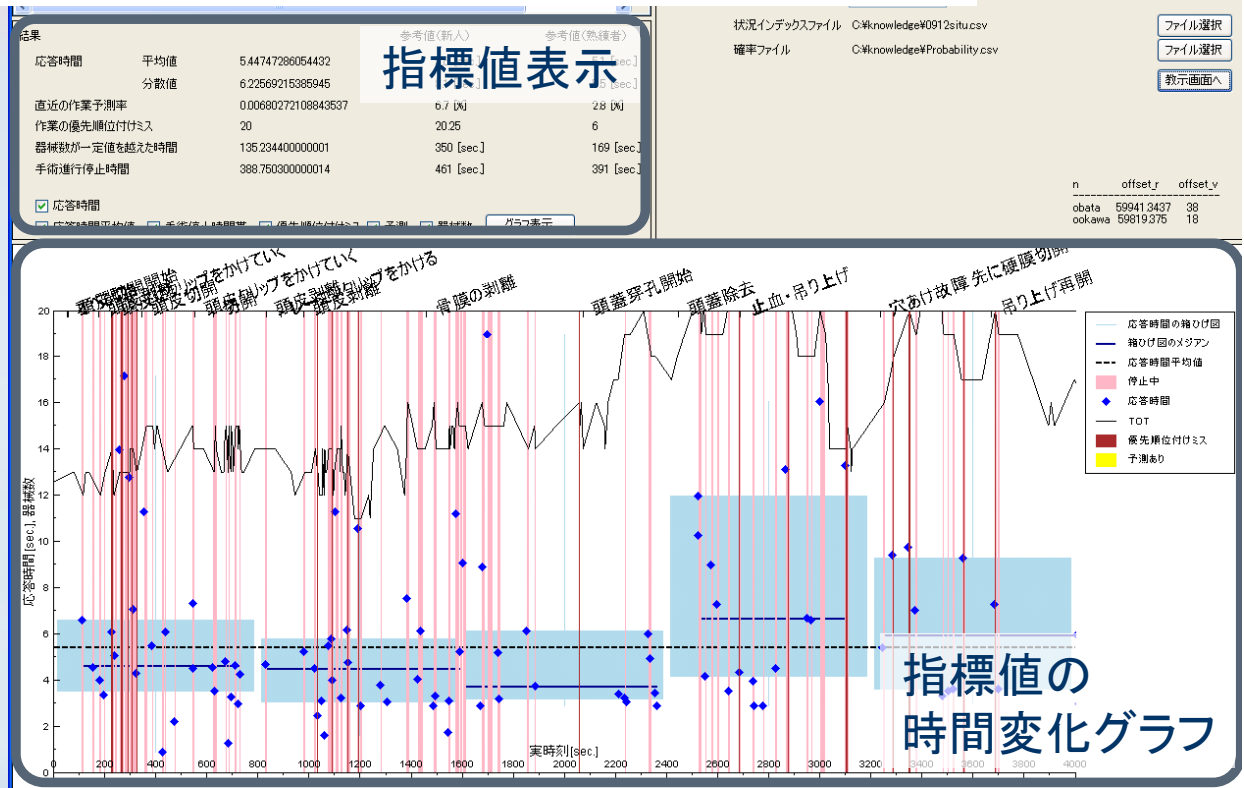


# 作業評価機能

## ■ 指標値と、その時間変化をグラフ表示

※測定方法を一部変更

- 予測率: 応答時間が0.5秒以内であった場合を予測できていた、とする







# 復習・教示機能

## ■ 作業上の問題点を映像で確認可

作業映像  
(PC画面の映像)

一時停止 50:38

器械名: スポイト 教示情報の表示

状況: 硬膜外血腫予知補償の場合、この器械は高頻度で使用します。  
状況: 吊り上げ通常の場合には、この器械は高頻度で使用します。

準備の優先順位付けミス: 有鉤鑷子  
現在の状況では、高頻度で使用します  
この器械は頭皮切開時に準備すべきです

作業上の問題点表示

予測方法の確認  
問題点に対する改善案表示

our Min Sec  
 h  m  s    
 backward  s



# 作業知識1

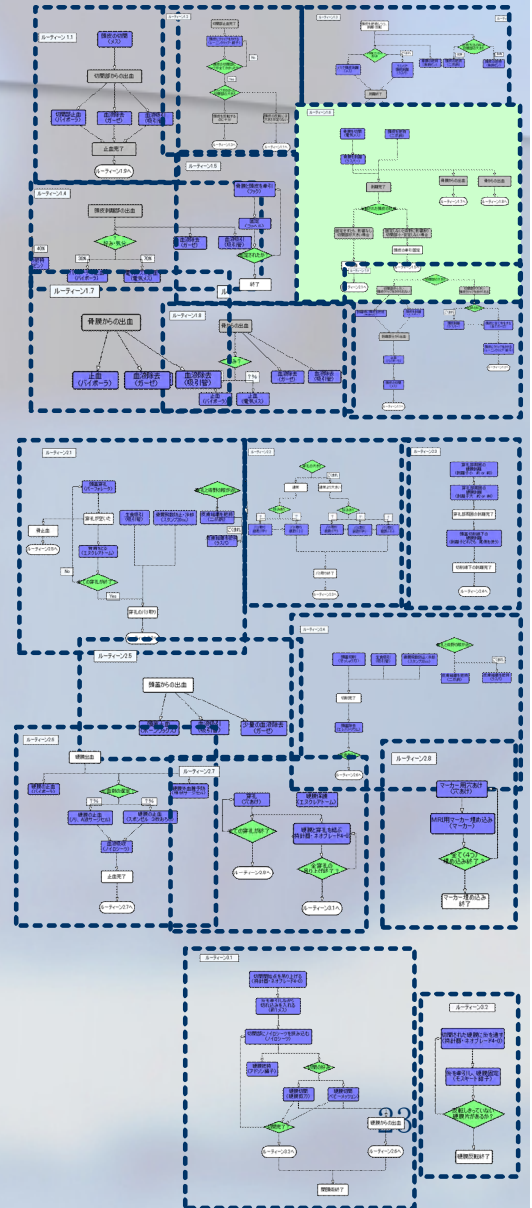
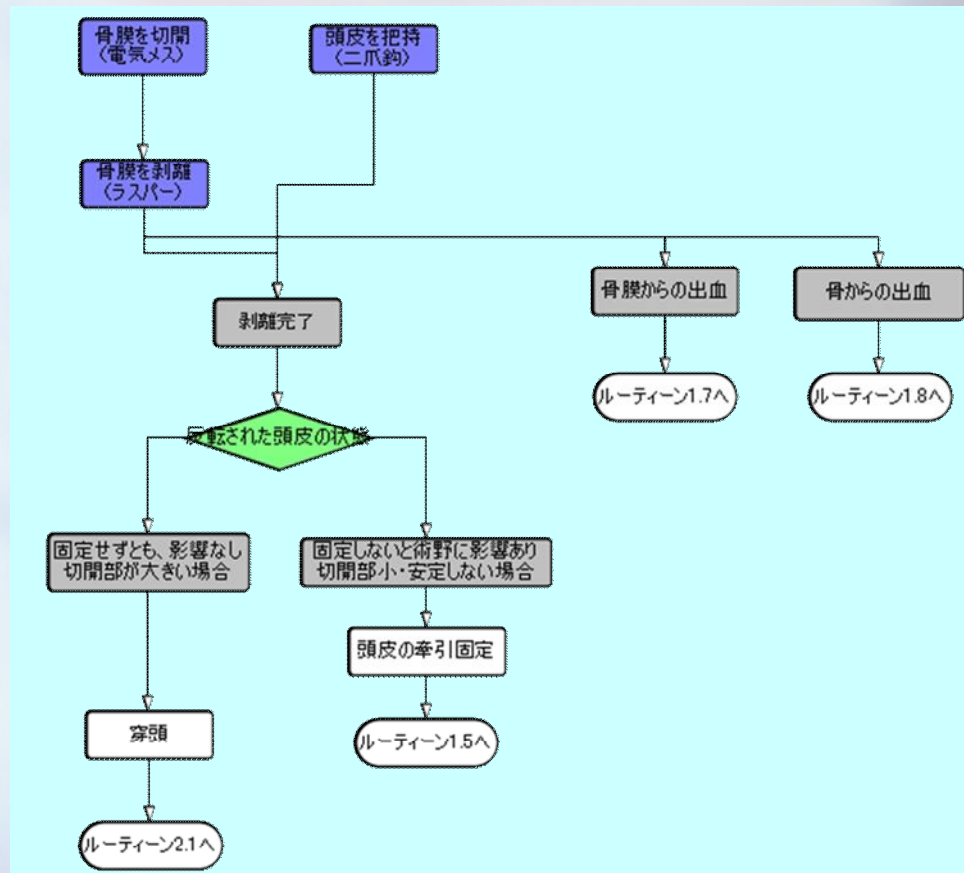
- 手術の各工程における器械の使用頻度・準備片付けのタイミング
  - システムによる自動改善案提示に利用

		0-1	1-0	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	2-0	2-1	2-2	2-3
		ドレーピング	オペ開始直前	頭皮切開	頭皮クリップ	頭皮剥離	骨膜剥離	頭皮反転	頭蓋穿孔前	頭蓋穿孔	頭孔バリ取り	硬膜剥離
0	メス	0		0.9	0.3	0.3	0.3		0	0	0	0
1	ラスパー	0				0.9	0.9	0.3		0.3	0.3	0.3
2	レーニン鉗子	0			0.9	0.3	0.3	0.3		0.3	0.3	0.3
3	レーニン鉗子クリップ付	0			0.9	0.3	0.3		0	0	0	0
4	バイポーラ	0		0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
5	電気メス	0	0	0		0.9	0.9	0.3	0.3		0	0
6	有鉤鑷子	0				0.9	0.9	0.3		0	0	0



# 作業知識2

- 状況遷移の予測方法
  - 復習機能画面から閲覧可





目的・背景

手術現場と手術看護

器械出し看護の作業能力指標

トレーニングシステムの開発

**システム評価実験**

考察

結論





# システム評価実験 計画

- 評価実験の目的
  - 新人・非新人看護師に対する訓練効果
  - 指標値が正しく計測される環境か確認
- 評価方法
  - 現役手術看護師によるアンケート評価及び訓練結果データの分析
- 評価項目
  - 訓練効果の有無
    - 自身、新人、看護学生
  - シミュレータの使いやすさ
  - 現実の手術環境との類似具合
    - 両群比較、現実値との比較



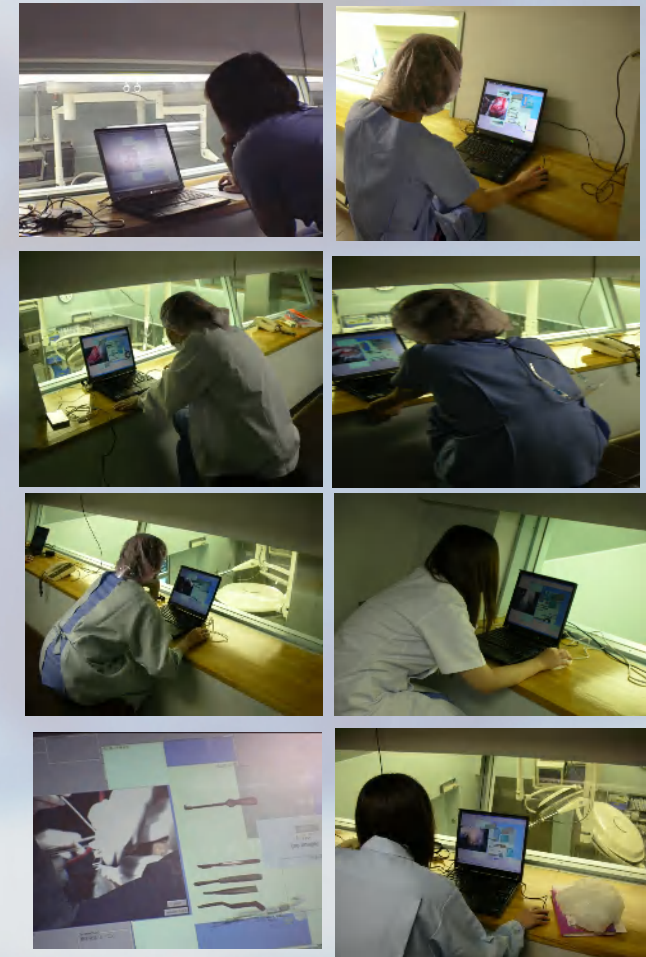
システムの評価項目と評価対象機能



# システム評価実験 実施概要

- 被験者: 現役の手術看護師7名 (新人4名・3年以上の経験者3名)
  - 熟練者1名に対するパイロットテスト
  - 残り6名に対し本実験
- シナリオ: 脳腫瘍(神経膠腫)摘出術の開頭術
  - ビデオは手術室にて撮影(術野及び術者の手元)
  - データと管理機能を用い模擬環境構築(10時間)

評価実験の様子



## 評価実験の流れ

事前説明・使い方説明

練習メニュー実施、5分間自由に使用

手術開始前の準備

訓練開始後5~65分を評価に利用

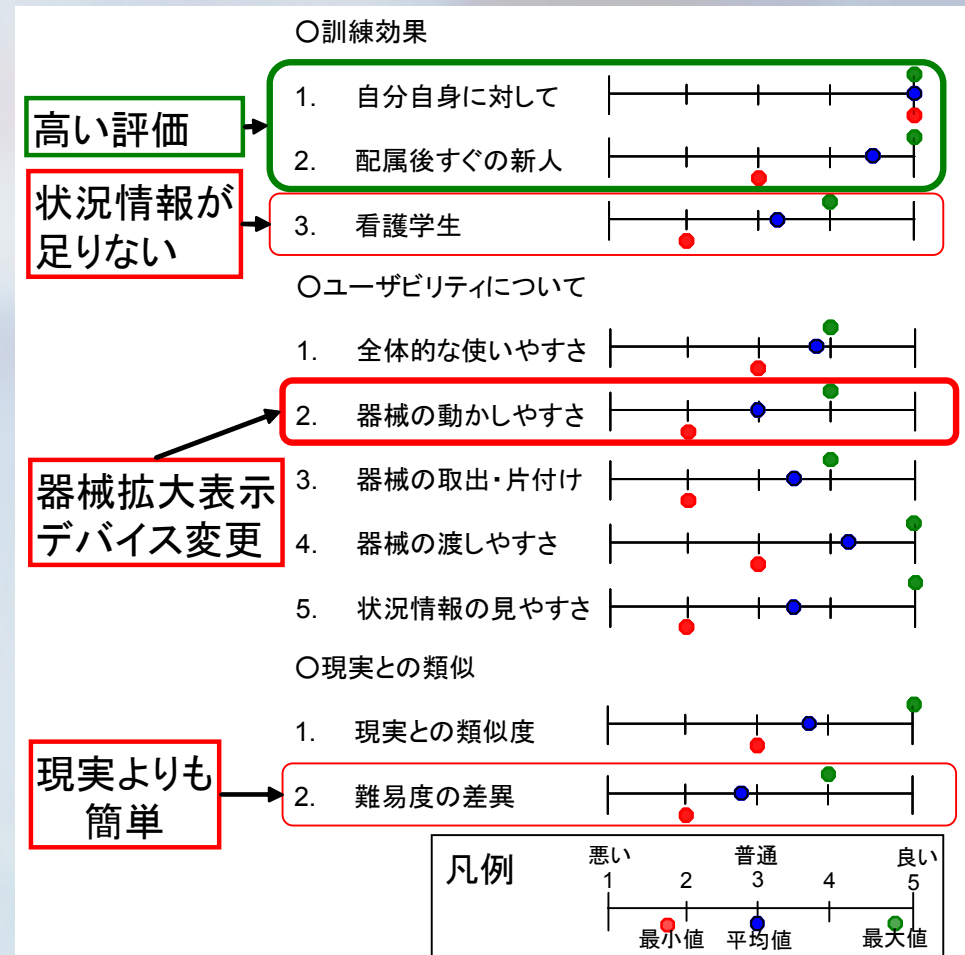
訓練終了・アンケート記入



# 訓練効果・ユーザビリティ他 主観評価結果

- 訓練効果(シミュレータ)
  - 熟練者・新人を問わず高評価
  - 学生に対しては低評価: 情報不足が原因
- 訓練効果(復習機能: 自由回答のみ)
  - 「自身の作業をすぐに振り返ることができる点で、実際に行われている復習よりも効果が高い」
  - 指標値からの抽出された問題点、提示された改善案も有効
- ユーザビリティ
  - 器械の動かしやすさについて低評価
  - 器械を拡大表示・マウス以外の入力デバイスの利用
- 現実との類似
  - シミュレータの方が現実より簡単
  - 一部模擬していない作業がある影響と考えられる

## 主観評価結果 (N=6)

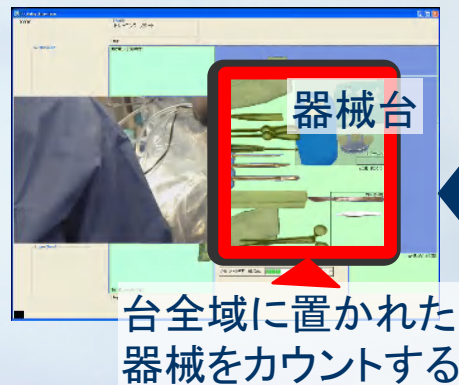






# 作業能力指標の 新人群・熟練者群間での比較

- 青色の指標：熟練者が新人より良い
- 応答時間：差なし
  - 熟練者の応答が遅い
- 予測率：新人の方が良い値・現実値の1/10ほどである



被験者 指標	新人平均 (N=4)	熟練者 平均(N=2)
応答時間 平均[sec.]	5.6	5.1
標準偏差[sec.]	8.1	5.5
直近の作業予測率	6.7 %	2.8 %
優先順位付け 間違い回数	9.5 [回]	4.5 [回]
台全域の器械が 20を超えた時間 [sec.] / 実験時間	350 /3600[s]	169 /3600[s]
手術停止時間 [sec.] / 実験時間	461 /3600[s]	391 /3600[s]



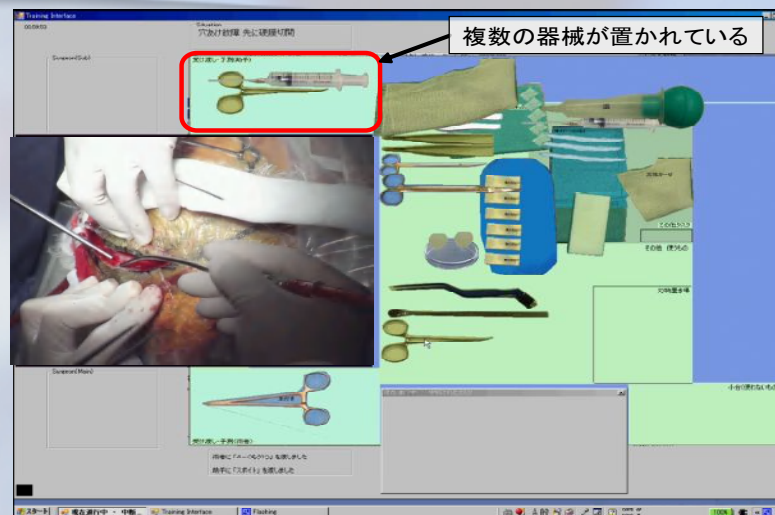


# 考察(1/4): 訓練効果と手術安全への貢献

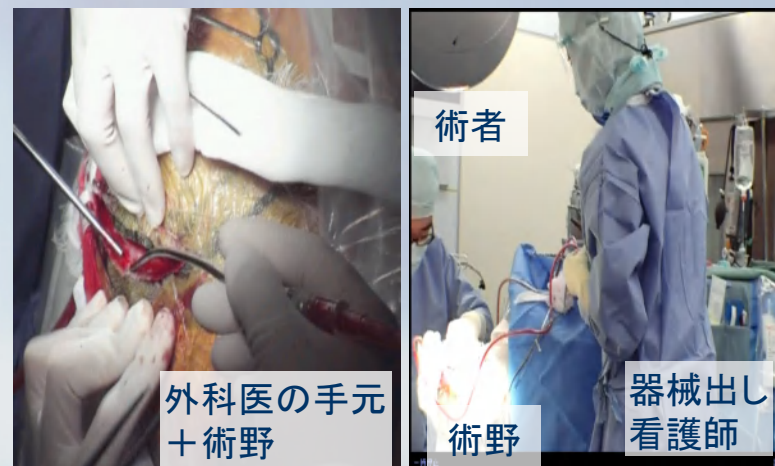
- 新人・非新人両群の被験者から高い主観評価
  - 来年度四月から新人教育に利用予定
  - 新人の訓練、非新人の予習環境として有効
- 患者・手術なしに、現場と同じ時間制約の下で作業経験・訓練が可能
  - 作業→復習→作業→…という経験学習のスパイラルが実現
- システムの手術安全・効率性の向上に関する貢献
  - 経験の乏しい新人が現場作業を行う危険を低減
  - 予習が可能→現場作業の効率性向上

# 考察(2/4): 作業評価 予測率に関する問題

- 新人群の方が結果が良い
  - 一部の新人に不適切な使用あり
    - 予測率が上昇
    - この影響を排除→2群で差なし
- 設計上の改善により解決可
  
- 予測率が現実値より低い(1/10)
  - 状況情報が不足している可能性
    - 状況情報の見やすさの主観評価
    - 看護師・脳外科医の意見
- ビデオ映像を変え実験、検証が必要



不適切な利用の様子

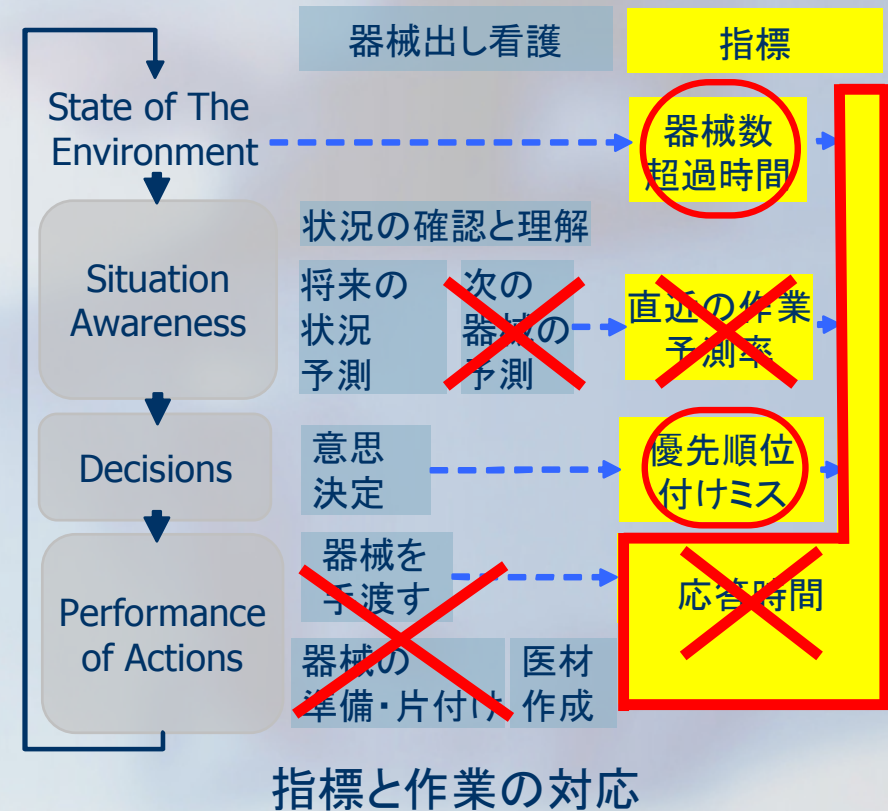


シミュレータのビデオ画面と、器械出しの視点



# 考察(3/4): 作業評価 応答時間に関する問題

- 2群で差が無い  
(熟練者の応答が遅い)
  - 全認知過程を含む総合指標
  - 予測・動作実行の問題  
→ 準備・片付けの機能仕様
    - アンケート・自由回答
    - 熟練者は出し入れ頻繁  
→ 影響大
- より現実に近い状況の模擬
  - 器械準備・片付け機能変更







## 考察(4/4): 実験条件、適用可能性

- 熟練度を経験年数で計測可
  - 新人・熟練者とも看護実施頻度が同程度
- 用いた事例以外の手術看護の適用も可
  - 手術ビデオ等病院内で得られる情報で構築可
  - 低頻度手術に対応可、予習環境として適切





# 結論

- 現場における作業分析を通じて、「応答時間」その他3指標の、現場作業能力指標としての有効性を示した
- シミュレータと、作業評価・復習機能を持つトレーニング・システムを開発した
  - 手術ビデオを用い、現場と同じ時間的制約を模擬
  - 提案指標を用いた作業評価・問題点抽出が可能
- 評価実験を通じ、
  - 新人看護師の作業訓練環境、予習環境としての有効性を確認
  - 応答時間及び予測率以外の指標により作業評価が可能
  - 更に多くの状況情報の提供、その他機能改善が必要



以上

- ご清聴ありがとうございました