

認知科学って何？

—人間の認知・知能のしくみを探る—

アイカメラで探る人間の認知

—目は口ほどにものを言う？—

公開場所：1号館 433 右室

公開時間：10月27日（土）11時～17時

※28日（日）は実施しません。

家庭にもパソコンが普及し、ゲーム、ワープロ、インターネットといろいろなことができるようになりました。でも、それらは本当に便利でしょうか？ もっと融通が利いたらと思うことはありませんか？ 人間の方が優秀だということはまだまだたくさんありますよね？ では、どうすれば、コンピュータはもっと便利に、また賢くなるのでしょうか？ その答えのひとつが、人間の優れた認知や知能のしくみをもっと調べて、それを応用するという方法です。本研究室では、そのような「認知科学」と呼ばれる分野で、人間の運動や知覚や知能について調べる研究を行っています。

また、「目は口ほどにものを言う」という言葉があるように、人間の目の動きを調べることにより、ものを認識したり、ものごとを考えたりする過程（認知過程）を知ることができます。そうした目の動きを測定する装置（アイカメラ：眼球運動測定装置）を本研究室では使用しています。

研究の題材としては、図形の認識から身体や手の動き、迷路やトランプゲーム、楽器の演奏まで、さまざまなものを用いています。また、研究の方法としては、生理学や認知科学の知見と計算機科学などの理論をもとにし、被験者による実験とシミュレーションにより、研究を進めています。現在は、下記の8つのテーマに重点をおいています。



- (1) 錯視図形に対する認知特性の解析
- (2) ストループ効果における認知的負荷の測定と解析
- (3) 床反力作用点の測定による平衡機能の解析とその応用
- (4) ボタン押し課題における反応特性の解析とその応用
- (5) 上肢トラッキング動作における運動学習の解析とその応用
- (6) 迷路探索における記憶機能の解析とその応用
- (7) カードゲームにおける問題解決と学習過程の解析
- (8) 楽器演奏における認知特性の解析

その他、上記に関連したものとして、(3)、(4)、(5)、(6)に関しては、リハビリテーションでの評価や訓練への応用、(7)、(8)に関しては、学習支援システムの構築への応用などのテーマにも取り組んでいます。

公開内容：

研究室公開では、知覚・運動や記憶の能力を調べる実験のデモを行い、研究内容について紹介します。なお、研究内容の詳細については、小堀研究室の Web サイト

(<http://milan.elec.ryukoku.ac.jp/>) においても紹介していますので、ご興味のある方はご覧ください。

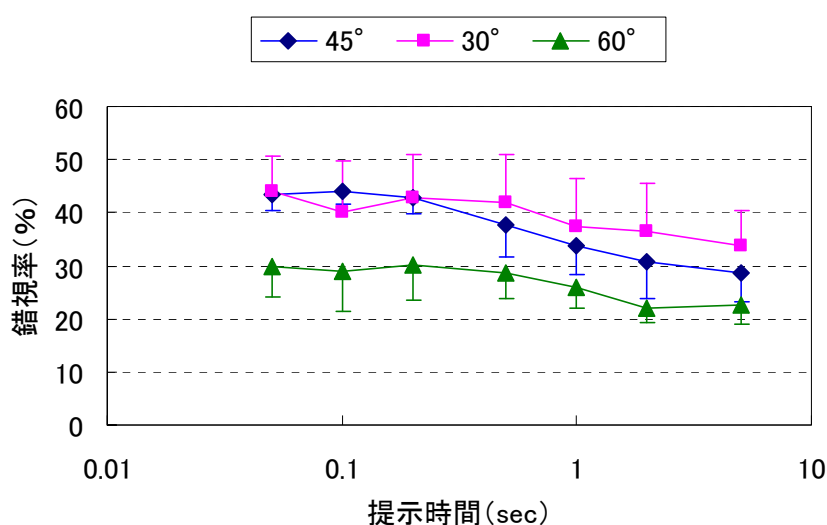
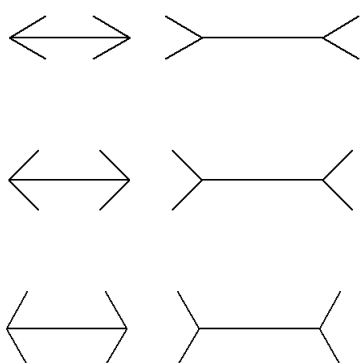
アイカメラのデモは、ご希望があれば1号館4階401室で行います。

(1) 錯視図形に対する認知特性の解析

錯視図形に対する認知特性を調べる実験を行い、錯視図形の認識と眼球運動との関係について検討します。

方法とシステム

われわれの見る物の形や大きさは、外界の実際の物の形や大きさとは必ずしも一致しないことがあります。そうした現象のことを錯視と呼びます。錯視については、古くからさまざまな研究が行われています。本研究では、錯視図形の認識と眼球運動との関係について着目しています。そこで、視線データを測定する装置（アイカメラ）を用いて、錯視図形を認識している際の眼球運動を測定し、解析していきます。



これまでの結果と今後の予定

2009 年度にはミュラー・リヤー錯視を対象として、錯視図形の判定実験と操作実験を行いました。判定実験では錯視図形を提示する時間を 50msec～5 sec まで 7 段階に設定して、標準図形と比較図形の長さの違いがあるか判定させ、錯視量を測定しました。操作実験では錯視図形を提示し、標準図形と比較図形が同じ長さに見えるように調整させ、錯視量を測定するとともに、操作の際の眼球運動も測定しました。その結果、判定実験からは、眼球運動の有無が錯視量に影響を与えていることが確認できました。操作実験からは、錯視に対応した眼球運動が生じていることが推察されました。今年度は、ミュラー・リヤー錯視について、矢羽根の角度と提示時間をパラメータにした実験を実施しています。

発表論文

河村, 小堀: 錯視図形の認識における眼球運動の影響, 日本認知科学会第 27 回大会発表論文集, pp.561-567 (2010)

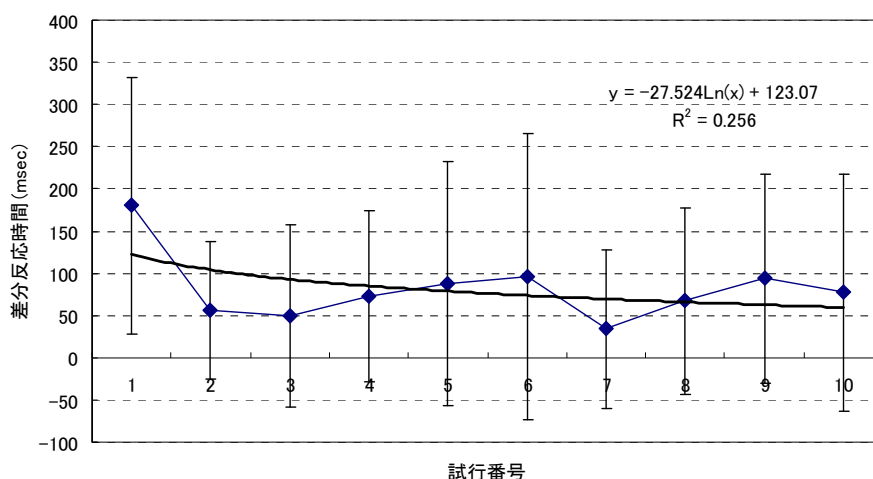
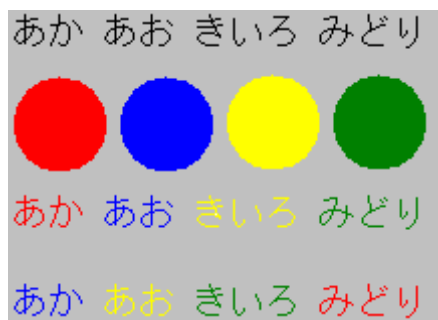
小野, 小堀: 錯視図形の認識における時間的条件の影響の検討, 日本認知科学会第 29 回大会発表論文集, 発表予定 (2012)

(2) ストループ効果における認知的負荷の測定と解析

ストループ効果における認知的負荷について検討するため、反応時間と瞳孔径を測定し、それらの関係を解析します。

方法とシステム

ストループ効果とは、文字の意味と文字の色のように同時に目にする2つの情報が干渉しあう現象のことをいいます。たとえば、色名を答える質問を行った場合、赤インクで書かれた「あか」の色名を答える場合より、青インクで書かれた「あか」の色名（「あお」）を答える方が時間がかかることをいいます。このような現象での心理的な負荷について調べるため、反応時間と瞳孔径を測定する実験システムを構築し、実際に被験者実験を行い、データを収集して解析を行います。一般的に瞳孔径は心理的な負荷が高まると拡大することが知られていますので、反応時間と瞳孔径の関係を解析することで、ストループ効果における心理的な負荷について検討することができます。



これまでの結果と今後の予定

2011年度は、まずストループ効果の実験が行える実験システムを作成し、予備実験を実施し、学習効果を確認しました。このシステムでは、ストループ効果における反応時間を被験者のキー操作による応答で測定するとともに、アイカメラを使って瞳孔径を測定できるようにしています。今年度は、ストループ効果の実験（色名を答える）だけでなく、逆ストループ効果の実験（意味内容を答える）も行い、両者の違いについても検討する予定です。

発表論文

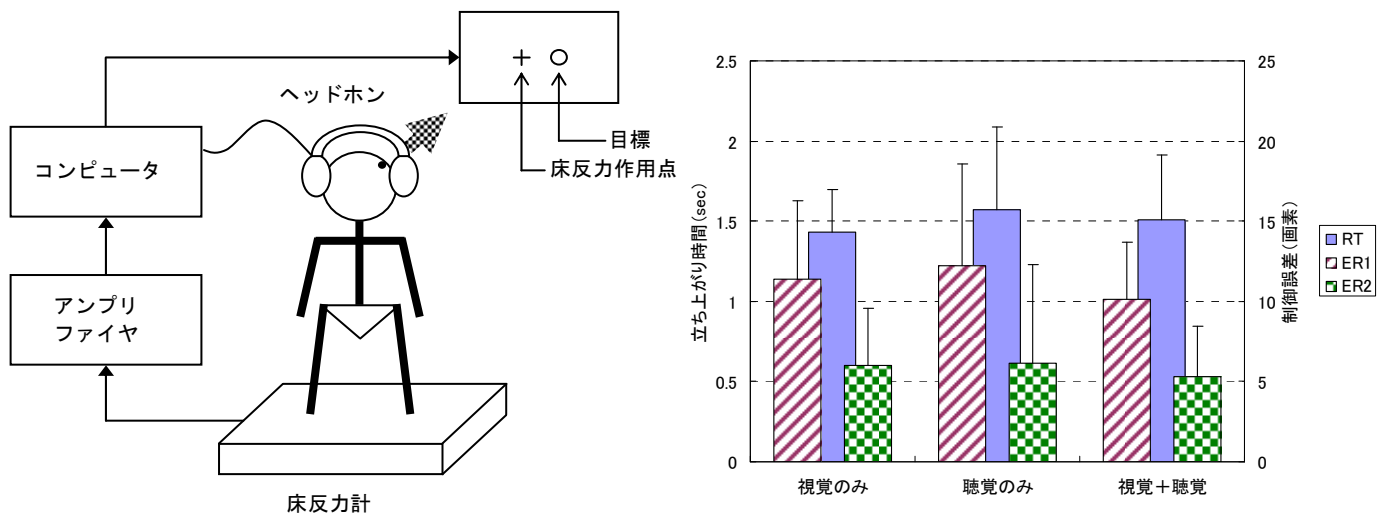
なし

(3) 床反力作用点の測定による平衡機能の解析とその応用

床反力計（フォースプレート）と呼ばれる機器を用いて、人間の重心を測定し、その揺らぎや随意的な体重の移動を測定して平衡機能を解析します。

方法とシステム

フォースプレートの上に人間が立てば、その人間の重心がどこにかかっているかが測定できます。この装置を用いて、人間の重心の動揺や随意的に体重を移動させたときの動きを測定、解析し、平衡機能や姿勢制御についての研究を行っています。随意的な体重移動としては、目標に対する移動（トラッキング動作）を行わせる実験をします。また、重心の動揺に関しては、ゆらぎに着目した分析を考えています。



これまでの結果と今後の予定

2001 年度において健常者に対する被験者実験を実施し、測定後に評価パラメータの分布を示すシステムを作成しました。2002 年度にはビデオカメラによる位置データとアイカメラによる視線データを同時に計測し、体重移動動作の基本的特性と学習過程を解析しました。2003 年度には重心動揺データの解析を行いました。2011 年度には、音響データ（左右の音量バランスおよび音高の変化）による提示を併用する実験システムを作成し、予備実験を実施し、実験システムと測定方法が有効であることを示すことができました。今年度は、さらに検証実験を行い、視覚に障害のある人にも利用できる評価・訓練システムの開発を目指します。

発表論文

小堀, 多田: 体重移動動作の基本的特性と学習過程, バイオメカニズム学会誌, Vol. 28, No. 3, pp. 136-145 (2004)

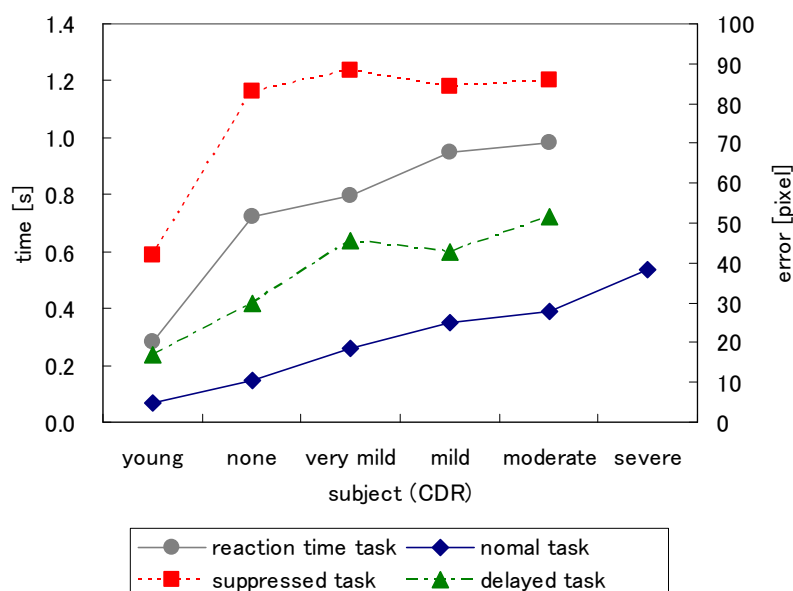
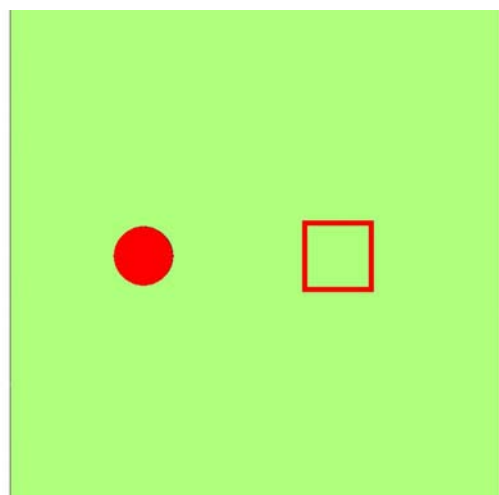
谷川, 小堀: 音響データを付加した体重移動動作測定システムの開発, 第 33 回バイオメカニズム学術講演会予稿集, 発表予定 (2012)

(4) ボタン押し課題における反応特性の解析とその応用

移動するターゲットが指定枠に入ったらボタンを押すという課題において、アイカメラを用いた被験者実験により、その反応の特性を解析します。

方法とシステム

ボタン押し課題とは、移動するターゲットが指定枠に入ったらボタンを押すというものをいいます。被験者は、ターゲットの動きを予測し、自分の反応時間を考慮してボタンを押すこととなりますが、この動作を繰り返すことにより、次第に正確なタイミングでボタンが押せるようになって考えられます。この動作の学習過程について検討する被験者実験を行うとともに、眼球運動の役割を調べるためアイカメラによる測定も行い、誤差データとの関係を解析します。さらに、検査・訓練などに応用できるシステムも目指します。



これまでの結果と今後の予定

2006年度にはボタン押し課題の実験が実施できるシステムを作成し、消滅課題（出現したターゲットが途中で表示されなくなる）や遅延課題（ボタンを押してから反応するまでの時間に遅れを生じさせる）の実験を実施し、ボタンを押した位置のずれ（誤差データ）を算出し、統計的に解析していくとともに、視線データについても解析しました。現在は認知症高齢者や発達障害児を対象に実施したデータを解析し、本システムの有効性を確認しています。

発表論文

中園，小堀：ボタン押し課題による発達障害児の認知機能の評価，システム制御情報学会論文誌，Vol.23，No.8，pp.188-195 (2010)

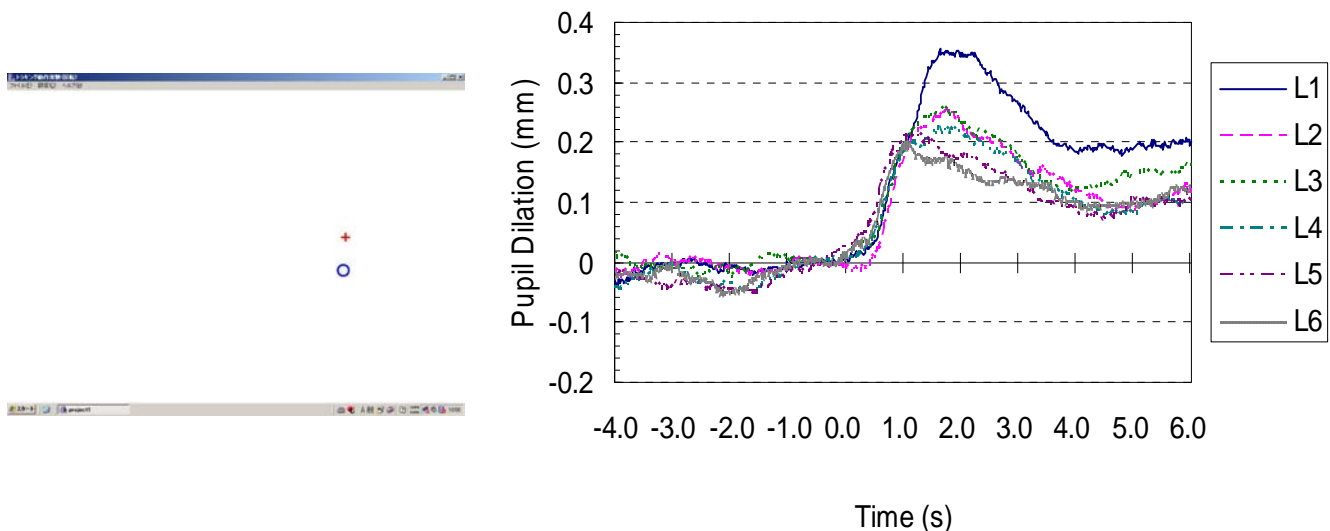
中園，小堀：消滅と遅延を伴うボタン押し課題による認知症高齢者の視覚運動機能の評価，電子情報通信学会和文論文誌D，Vol.J94-D，No.8，pp.1450-1460 (2011)

(5) 上肢トラッキング動作における運動学習の解析とその応用

手の追従動作（トラッキング動作）をどのように学習していくかについて、アイカメラを用い、視線データや瞳孔径の変化との関係を解析します。

方法とシステム

トラッキング動作というのは、コンピュータの画面上に目標となるターゲットを表示し、そのターゲットの動きをカーソルで追跡する動作のことをいいます。そのような動作をどのように学習していくか、その際に視線データはどのように変化するか、解析を行います。また、一般的に瞳孔径は、心理的な負荷が高まると拡大することが知られてますが、学習につれて瞳孔径がどのように変化していくかについても検討していきます。



これまでの結果と今後の予定

1998年度ロンドン大学で実施した実験により、動作の学習に伴い瞳孔径の拡大幅が減少することが確認できました。2002年度には試行途中でターゲットあるいはカーソルが消滅する実験（消滅課題）を、2003年度と2004年度にはジョイスティックの操作とカーソルの移動の関係が途中で反転する場合の実験（反転課題）を行い、学習過程と瞳孔反応の関係を解析しました。現在は消滅課題についてさらに解析を行っています。

発表論文

小堀, 阿部 : 反転を伴うトラッキング課題の学習過程と瞳孔反応, 生体医工学 (日本生体医工学学会誌), Vol.45, No.1, pp.106-113 (2007)

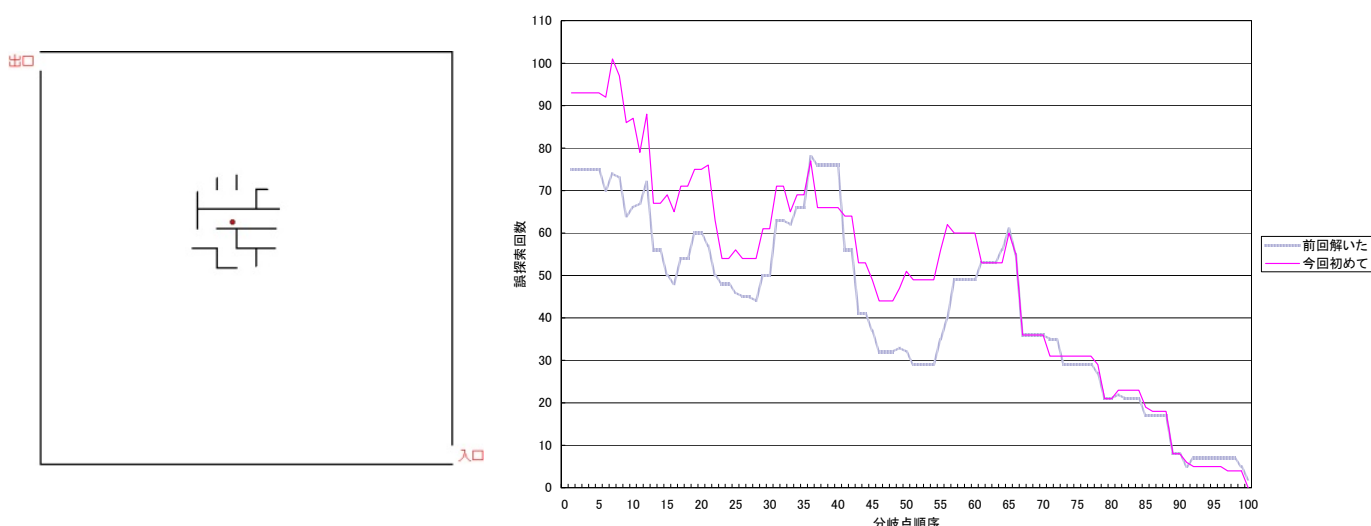
S.Kobori, P.Haggard : Internal Models and Transfer of Learning in Pursuit Tracking Task, Proceedings of EuroCogSci07, pp.498-503 (2007)

(6) 迷路探索における記憶機能の解析とその応用

迷路探索において経路を記憶する際の情報処理過程、特に記憶機能と問題解決などの認知機能との関係を解析します。

方法とシステム

ここでの迷路課題は、通常とは異なり、迷路全体を一度に表示するのではなく、ちょうど暗闇にスポットライトを当てたような感じで、現在位置の周辺だけを表示し、その表示部分を移動させながら、迷路を解くというものです。実験には、記憶実験と確認実験があります。記憶実験の記憶ステージでは、迷路の正解経路を記憶させ、探索ステージでは、記憶した迷路を実際に解かせます。確認実験は、記憶実験の約4週間後に行います。迷路の探索と記憶において、経路の提示条件が与える影響、長期的な記憶の保持や再認に与える要因などについて検討します。また、眼球運動を手がかりとして、視覚の役割についても検討します。



これまでの結果と今後の予定

2004年度においては迷路の経路を様々な条件の下で記憶させる記憶実験を行いました。また、同時に眼球運動を測定し、停留時間などを算出しました。その結果、迷路探索での眼球運動の特性、視覚情報の特性が記憶に与える影響、経路の記憶の特性などを明らかにしました。2006年度は引き続き実験を行い、長期的な記憶に与える要因などについて解析しました。2007度には液晶ペンタブレットを用いて、迷路を直接操作できるシステムを開発しました。現在は発達障害児を対象に検査を行い、データ解析を進めています。

発表論文

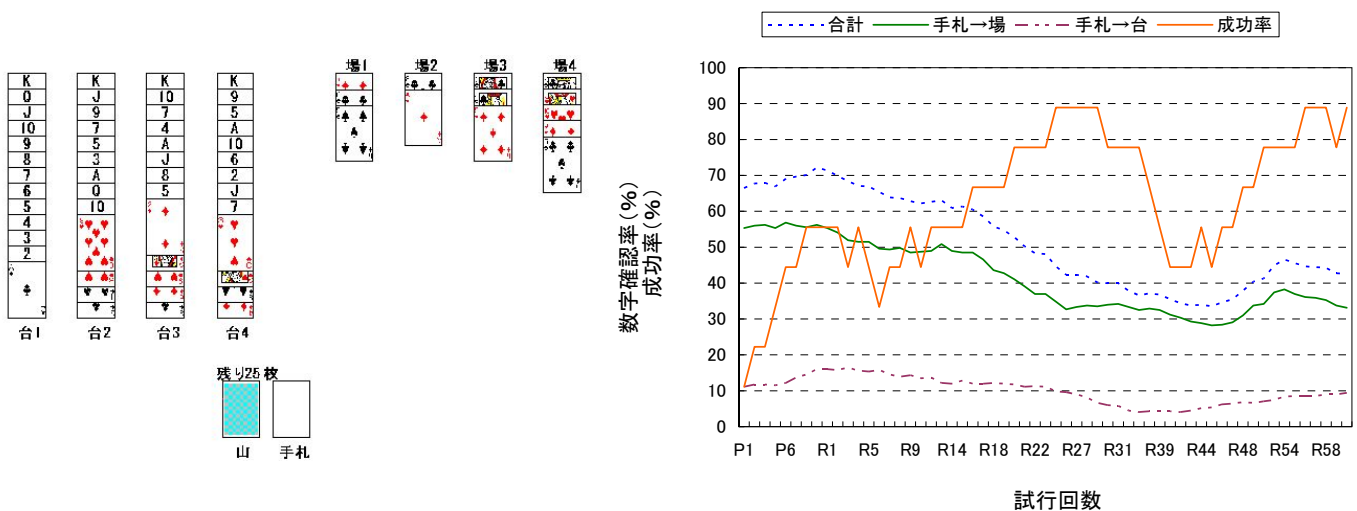
中園, 小堀: 迷路探索課題における発達障害児の空間認知機能, 第24回リハ工学カンファレンス (2009)

(7) カードゲームにおける問題解決と学習過程の解析

カードゲームを課題にして、被験者実験とシミュレーションにより、熟達者の方略や初心者から熟達者に至る学習過程などを解析します。

方法とシステム

カルキュレーションという一人遊びのトランプゲームを課題とします。このゲームでは、取り出した手札は、ある順序の通りにしか台に出せないで、それが無理な場合は一旦場に置きますが、あとで台へうまく移動させるためには、計画的に場に置く必要があります。初心者が運良く成功することはあまりなく、一方、熟達者になると、95%以上の確率で成功するようになるといわれています。そのような高い確率で成功する方略とはどのようなものか、また、初心者から熟達者に至るにはどのような学習を行うのか、ということ調べていきます。被験者実験を行うとともに、実験から得られた仮説を検証するため、モデル化し、シミュレーションを実施します。



これまでの結果と今後の予定

2005年度から2006年度にかけて初心者1名の被験者を対象に、1ヶ月に20試行の練習と2回(4試行)の実験を、15ヶ月という長期にわたって実施し、実験データ(操作データ、視線データ、発話データ)を記録しました。今年度は、視線の停留点データを中心に学習過程について解析を行うとともに、ACT-Rによるシミュレーションとの比較を行う予定です。

発表論文

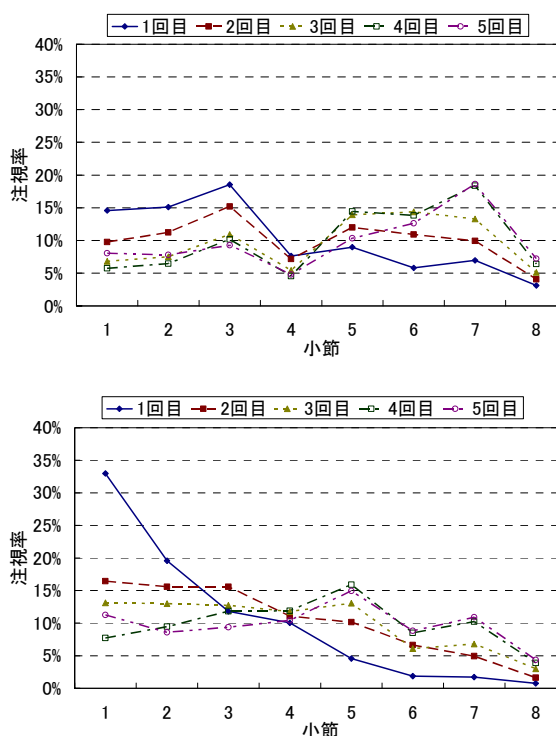
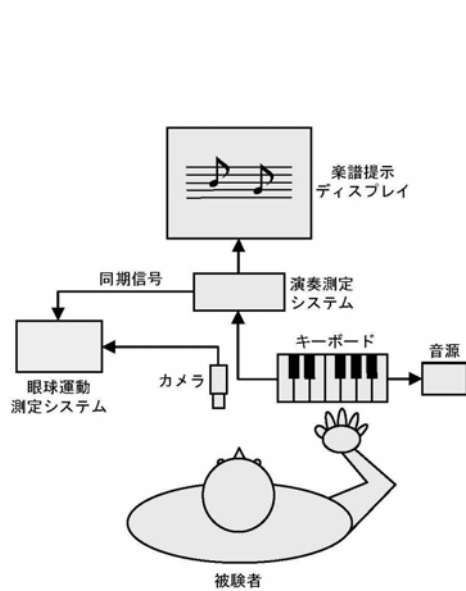
S. Kobori, N. Yamakawa, D. Fujii, T. Nakamura : Chunks and Problem Solving Processes in an Expert's Play in a Card Game, Proceedings of ICCS99, pp.669-672 (1999)

(8) 楽器演奏における認知特性の解析

楽譜を見ながら演奏する被験者の眼球運動と演奏情報から、楽譜の読みと演奏との関係を解析します。

方法とシステム

楽器はギター、キーボードなどを対象とし、初級者、中級者、上級者・演奏家を被験者とします。被験者実験を行い、眼球運動と演奏データを測定し、測定された時系列データから、楽譜に対する読みと演奏との関係を解析します。すなわち、楽器の演奏において、どのように楽譜の認知を行い、どのようなタイミングで指の運動が実現されていくかなどを明らかにするとともに、被験者の習熟度、課題曲の難易度、課題曲に対する知識などによる違いについても検討します。



これまでの結果と今後の予定

2004年度にはギターを対象した実験システムを構築し、被験者の眼球運動と指と手の動きを測定し、楽譜の先読み時間を算出し、先読み時間に影響する要因を分析しました。2007年度はキーボードでの実験が行えるシステムを構築し、実験・解析を行いました。2008年度と2009年度はキーボードを対象として楽譜を記憶する過程と眼球運動の関係について調べる実験を行いました。今年度は、ギターを対象として楽譜を記憶する過程を調べる実験を行うとともに、演奏データに対する評価・解析を行うプログラムを作成し、解析を進めていきます。

発表論文

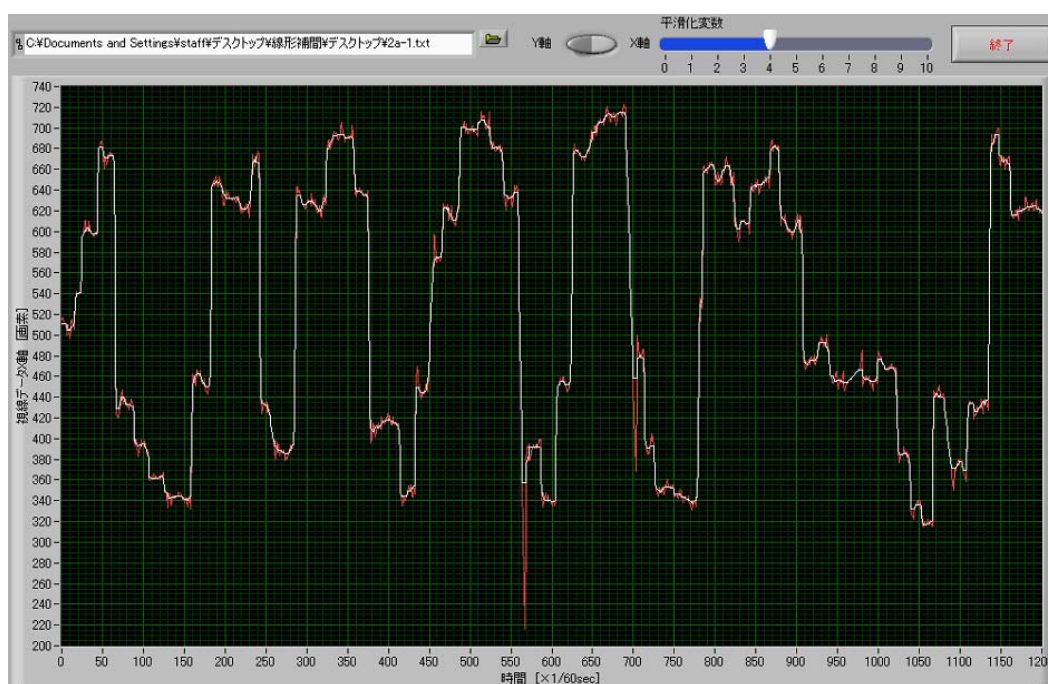
S. Kobori, K. Takahashi: Cognitive Processes During Piano and Guitar Performance: An Eye Movement Study, Proceedings of ICMPC10, pp.748-751 (2008)

LabVIEWによる眼球運動データ解析システムの開発

アイカメラで得られた眼球運動データを解析し、停留点を算出するシステムを LabVIEW という開発環境を用いて開発します。

方法とシステム

LabVIEWはグラフィック型言語によってプログラミングすることのできる開発環境であり、本来は主として計測用に用いられるものですが、測定された信号に対しての処理機能も豊富であることから、データ解析用のシステムを構築するのにも大変有効であると考えられます。本研究では、アイカメラで測定された眼球運動データを解析対象とするシステムを作成します。



これまでの結果と今後の予定

2010年度は、まず測定された眼球運動データのうち、解析の対象となる部分を切り出し、エラー情報に基づいて、エラー部分を線形補間する機能を作成しました。線形補間についてはエラー区間が一定時間よりも短い場合は自動的に行い、長い場合はグラフィック表示で確認をしながら行えるようにしました。そして、移動平均による平滑化などの機能を加え、最終的には停留点の候補を出力するシステムを開発しました。今年度はこれらの機能を統合するとともに、より測定時間の長いデータにも対応できるようにシステムを改良しています。

発表論文

なし