

## 認知リハビリテーションのためのゲーム集試作プロジェクト

亀田 弘之<sup>†</sup> 税田 竜一<sup>††</sup> 原田 俊信<sup>††</sup> 石鍋 仁<sup>††</sup> 伊藤 憲治<sup>†††</sup>  
久保村 千明<sup>††††</sup> 服部 峻<sup>†</sup> 池淵 恵美<sup>†††††</sup> DYCSS3 グループ

<sup>†</sup> 東京工科大学コンピュータサイエンス学部 〒192-0982 東京都八王子市片倉町 1404-1  
<sup>††</sup> 日本工学院八王子専門学校クリエイターズカレッジ 〒192-0983 東京都八王子市片倉町 1404-1  
<sup>†††</sup> 東京大学大学院医学系認知言語医学講座 〒113-8655 東京都文京区本郷 7-3-1  
<sup>††††</sup> 山野美容芸術短期大学美容保健学科 〒192-0396 東京都八王子市鎌水 530  
<sup>†††††</sup> 帝京大学医学部精神神経科学教室 〒173-8605 板橋区加賀 2-11-1  
E-mail: <sup>†</sup>{kameda, hattori}@cs.teu.ac.jp, <sup>††</sup>{saitaryuic, tharada, ishinabe}@neec.ac.jp,  
<sup>†††</sup>kitoh@m.u-tokyo.ac.jp, <sup>††††</sup>ckubomura@yamano.ac.jp, <sup>†††††</sup>PXM06766@nifty.com

**あらまし** 統合失調症をはじめ、認知機能障害が基盤にあると考えられる精神障害は多くみられ、その早期発見・早期治療が望まれている。本研究では、その一環として近年注目されているゲームによる認知リハビリテーションとその開発プロジェクトについて報告する。具体的には、従来の認知リハビリテーション用ゲームの分析、それに基づき筆者らが制作したゲームの紹介を行うとともに、今後の計画、すなわちユーザ適応型認知リハビリテーション用ゲーム等について述べる。

**キーワード** 認知リハビリテーション, ゲーム, 福祉, 医療, 脳のモデル, 心のモデル

## Project to Make a Collection of Prototype Game Software for Cognitive Rehabilitation

Hiroyuki KAMEDA<sup>†</sup> Ryuichi SAITA<sup>††</sup> Toshinobu HARADA<sup>††</sup> Jin ISHINABE<sup>††</sup>  
Kenji ITOH<sup>†††</sup> Chiaki KUBOMURA<sup>††††</sup> Shun HATTORI<sup>†</sup> Emi IKEBUCHI<sup>†††††</sup>  
and DYCSS3

<sup>†</sup> School of Computer Science, Tokyo University of Technology 1404-1 Katakura, Hachioji, Tokyo, 192-0982 Japan  
<sup>††</sup> Creative Field, Nihon Kogakuin College of Hachioji 1404-1 Katakura, Hachioji, Tokyo, 192-0983 Japan  
<sup>†††</sup> Graduate School of Medicine and Faculty of Medicine, Speech and Cognitive Neuroscience, University of Tokyo  
7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8655 Japan  
<sup>††††</sup> Beauty and Health Science, Yamano College of Aesthetics 530 Yarimizu, Hachioji, Tokyo, 192-0396 Japan  
<sup>†††††</sup> Teikyo University 2-11-1 Kaga, Itabashi, Tokyo, 173-8605 Japan  
E-mail: <sup>†</sup>{kameda, hattori}@cs.teu.ac.jp, <sup>††</sup>{saitaryuic, tharada, ishinabe}@neec.ac.jp,  
<sup>†††</sup>kitoh@m.u-tokyo.ac.jp, <sup>††††</sup>ckubomura@yamano.ac.jp, <sup>†††††</sup>PXM06766@nifty.com

**Abstract** Recently the number of cases of functional disability in brain has been growing in Japan. Schizophrenia, which is one of such diseases attributed to deficits of cognitive functions in brain, strongly requires prevention, early detection and early treatment medically. This paper reports an on-going project to provide tailor-made game software to support new style of cognitive rehabilitations. Previous games used for cognitive rehabilitation on personal computers were analyzed from various viewpoints to make specifications clearer. A collection of games are made and shown in an omnibus style. Games for user-adaptive, i.e., tailor-made cognitive rehabilitation are also described in some detail as our future goal.

**Keyword** cognitive rehabilitation, computer games, welfare, health care, model of brain, model of mind

### 1. はじめに

日本においては、とりわけ少子化とともに高齢化が急速に進んでおり、統合失調症（Schizophrenia）やアルツハイマー病（AD）をはじめとする、認知機能障害

が基盤にあると考えられる精神障害を患っている人は多数おり、その予防・早期発見・早期治療（進行抑制および軽減）が望まれている。[1-3]

一方、医療保険制度の改革なども関連し、従来医師

により行われていた「患者を診察し、その病名を認定する」医療から、「患者を診断し、どの機能がどの程度損傷しているかを明確にする」医療へと変革していくことが望まれ始めている。このためには、脳のモデルあるいは心のモデルの確立とそれを前提とする診断方法を整える必要がある。さらには、これらの機能モデルによって、患者がどの機能の回復を目指してどのようなリハビリテーションを行えばよいのかも明確に定まってくる。[4-6]

このような状況から、筆者らは、認知機能障害が基盤にあると考えられる精神障害においては、社会機能 (social functioning) の障害への対応も問題となると考えており、社会脳のモデル構築が必要であると考えている。

また、認知リハビリテーションの手法は様々である。近年では集団リハビリテーションやインタラクティブリハビリテーション、ゲームソフトウェアによるリハビリテーションなどが提案されているが、これらは未だ試行段階であるといえる。[7]

このような状況に鑑み、筆者らは DYCSS3 グループ (帝京大学精神医学教室) に参画し、認知リハビリテーション関連の研究に従事しており、その一環として認知リハビリテーションのためのゲームの開発を行っている。[8-11]

本稿では、従来の認知リハビリテーション用ゲームとその分析について述べ、それに基づき筆者らが試作したゲームの紹介を行うとともに、今後の計画、すなわちユーザ適応型認知リハビリテーション用ゲームなどについて述べる。

## 2. 従来の認知リハビリテーション用ゲーム

### 2.1. CogPack

CogPack は、ドイツの Maker Software 社によって開発された Windows 用ソフトウェアである。認識・記憶・言語・知識などに関する 68 種類のトレーニングのためのゲーム集であり、それぞれ必要に応じて実行順番を組み合わせることができる。このソフトウェアは、これまで臨床的な観察や研究・教育等で利用されている。特に欧州では、認知リハビリテーションに積極的に利用されている。[12]



図 1 CogPack のタイトル画面



図 2 CogPack のゲーム選択画面

### 2.2. CET

CET (Cognitive Enhancement Therapy) はアメリカの Gerard E.Hogarty, Deborah P.Greenwald らによって開発された認知リハビリテーションプログラムとそのため Windows 用ソフトウェアである。社会認知機能と神経認知機能の改善に効果があるとされている。[13]

### 2.3. Cogmed

この種のソフトウェアの中では最も成功を収めたトレーニングソフトウェアであり、科学的なデータに基づいた分析の結果ワーキングメモリの強化、特に記憶容量の増加において有意な効果があったとの報告がある。本研究ではこの Cogmed のようなゲーム形式トレーニングソフトウェアの実現を 1 つの目標として想定している。[14]

### 2.4. ゲーム利用の効用に関する研究例

近年、欧米やわが国でゲームを利用したリハビリテーションの研究等が積極的に行われている。一例を挙げる。

- A) コンピュータによる認知リハビリテーションのアルツハイマー病での有効性[15]
- B) 計算障害への専用ゲームソフト開発例[16]
- C) 統合失調症の認知療法へのコンピュータ支援の有効性[17]
- D) どこでも認知リハ (kokorogaku.net) [18]

### 2.5. 脳トレゲーム

近年では特にわが国において、「脳ブーム」と称した、「ボケ防止」「脳トレーニング」などのためのゲームソフトウェアが多く開発されている。これらはプレイによって脳になんらかの効果をもたらすとされている。しかしながら、実際に前頭葉の血流が現象として増えてはいるが、それがボケ防止やリハビリテーションに有意に有効性であるかは学術的に必ずしも十分解明されておらず、それどころかこれらについて根拠が明確ではないなどの意見も出ているため、さらなる慎重な検討が必要と考えられる。[19, 20]

### 3. 認知リハビリテーション用ゲーム制作プロジェクト

#### 3.1. プロジェクトの発足の背景と目的

これまで述べたように、ゲームを認知リハビリテーションに応用する試みは、国内外を問わず行われているが、わが国の現状に鑑みて、認知機能障害が基盤にあると考えられる精神障害から予防・発見・治療・リハビリテーションの研究を可及的速やかに推進する必要がある。また医療の現場における変革という点からも必要であり、その際に得られる「脳あるいは心の機能モデル」によってもリハビリテーションの高度化が期待できると考えている。

また、認知リハビリテーションにおいてはその継続性が重要視されるが、ゲームによるリハビリテーションにおいては、ゲームのクオリティが患者の継続性を左右するといっても過言ではない。すなわち、認知リハビリテーションゲームには、それを手軽に楽しく継続的に行えるようなクオリティが必要である。現在市販されているゲームの多くはグラフィカルで操作性のよいものが多いが、その一方で認知リハビリテーションに用いられるゲームには開発から幾年となく経過しているものや、ゲームと呼ぶに耐えないものも少なくなく、そのクオリティの差は歴然であると言える。

上述の背景をふまえ、筆者らは以下の点に特に重点をおいて認知リハビリテーション用ゲーム開発プロジェクト「DSプロジェクト」を発足し、研究・開発を行っている。

- 認知機能リハビリテーションとともに社会機能リハビリテーションも視野に入れる
- リハビリテーション理論に基づく
- 脳あるいは心の計算論的モデルを仮定する
- リハビリテーションプログラムと連携したものと
- 患者に合わせたチューニングが容易にできる
- より多くのコンピュータ上で稼動する
- グラフィカルでかつ操作性の高いインターフェースを備える
- 病気の早期発見にも使える
- 病気の予防にも使える
- 原則オープンソースとする

#### 3.2. プロジェクト推進の手順(部門および担当とそのタスク)

##### [医学関連部門]

[担当]DYCSS3 グループ(帝京大学, 福島県立医科大学, 東京大学医学部, 慶應大学医学部, 国立精神・神経センター精神保健研究所など)

[タスク]医学的観点からの要求定義および新認知リ

ハビリテーションゲームの臨床検証

##### [ゲームソフトウェア開発上流工程部門]

[担当]東京工科大学コンピュータサイエンス学部, 山野美容芸術短期大学など

[タスク]コンピュータサイエンス学的観点からの要求定義, および従来のゲームの分析, 新認知リハビリテーションゲームの企画立案, 仕様決定, 開発プロジェクトマネジメント

##### [ゲームソフトウェア開発下流工程部門]

[担当]日本工学院八王子専門学校クリエイターズカレッジゲームクリエイター科・クリエイティブラボ科など

[タスク]新認知リハビリテーションゲームの開発および検証

### 4. プロジェクトの進捗状況

#### 4.1. 従来の認知リハビリテーションゲームの問題点分析

認知リハビリテーションの現場で利用されているゲームの多くは認知リハビリテーションが目的で制作されたという経緯は持っていない。それらのゲームの多くは複数の種類の異なるミニゲームが集まったゲーム集である。先に紹介した、CogPack や CET もそうである。CogPack や CET のゲーム内容を見ると、単純なゲームがほとんどである。例えば、指定時刻通りに針を進めるゲーム(図3)であったり、バーを動かしボールを9回受けるだけのゲーム(図4)であったり、初等教育の算数の問題を解くゲームであったりする。これらのゲームを認知リハビリテーションの現場では、認知機能の検査・回復に有効であろうと理由を後付し、利用しているのが現状である。したがって、現場の経験を基にした認知リハビリテーションゲームが望まれる。

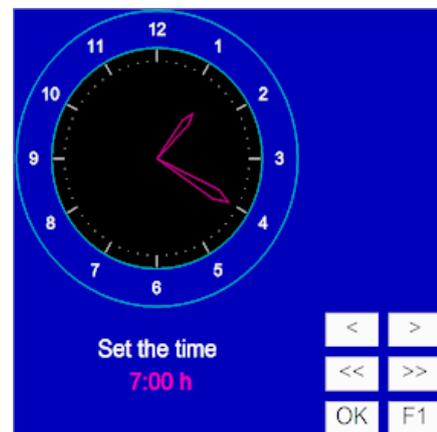


図3 CogPack のゲーム Clock

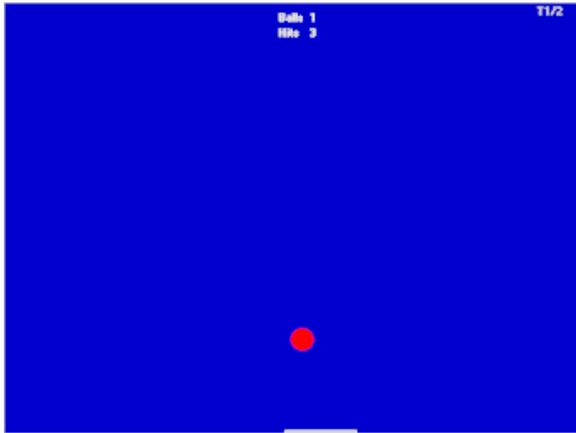


図4 CogPack のゲーム Ball

CogPack や CET に含まれるゲームは Windows 上で動作する PC ゲームで、CogPack と CET は開発されてからともに約 10 年以上たっている。CogPack は OS がメジャーバージョンアップするごとに更新されているが、CET は更新されておらず、Windows Vista 以降の OS ではゲームを起動することができない。CogPack はシステムが更新されているものの、ゲームを選択する GUI やゲーム中のリソースの更新はほとんどされておらず、一昔前の DOS 上で動くゲームのようであり、現在市販されているゲームとは見栄えという面で大きな違いがあり、利用者がなじめないという問題がある。

また、そのゲームの内容も単純であり、短時間で終了するものがほとんどで、ゲーム内容も一昔前のゲームと感じさせられる。短時間で結果が得られるという利点はあるけれども、何が向上したかが分からなかったり、モチベーションが維持できなかったりという患者からの不満の声がでていたという問題がある。

この問題を解決する方法として、最新のゲームは認知リハビリテーションを行えばよいという考えが浮かぶが、最新のゲームでは認知リハビリテーションには向かない。最新のゲームでは画面内の情報量が多すぎ、注意を向ける要素が多すぎたりするといった問題がある。

認知リハビリテーションを受けている患者は 10 代の若者から高齢者までと年齢層は幅広い。先にも述べたが、CogPack と CET はパソコン上で動くゲームである。ゲームをする場合、マウス操作とキーボード操作が必要となる。若者は近年の IT 教育により、PC にすくなくならず慣れてはいるが、お年寄りには PC の操作が苦手な方も多い。したがって、マウスなどの入力機器の操作性に関する問題もある。

CogPack や CET を日本人が利用する場合、英語の問題がある。CogPack や CET は操作説明文や設問が日本語非対応であるため、日本人の患者の多くは何をしな

ければならないのかが分からないという問題があった。また、ゲームの状況設定も西洋文化を理解している人を前提とした内容であり、患者の知的レベルによって難易度が全く異なり、それが、モチベーションの低下へとつながっていた。したがって、個々の患者の事情にあわせた利用が困難であるという問題もある。

#### 4.2. 日本語化作業の経過

日本人にあった、CogPack や CET を凌駕する新しい認知リハビリテーションゲームを作るには、ゲーム作りに関するノウハウが必要であった。日本工学院八王子専門学校にはゲームソフト科・ゲームソフト科 3 年制（現、ゲームクリエイター科・クリエイティブラボラトリー科）があり、税田の呼びかけで有志数名を募ることができた。

まず始めにできることは CogPack のゲームを真似し、日本語化したゲームシステムを作ることであった。このような経緯から、2006 年に柳生によってボールを受けるゲームが作成された。2007 年には西村によって立体相似ゲームと関口によって神経衰弱ゲームが作成された。[9]

2008 年までは草の根運動のように、ゲーム作りを行ってきた。2009 年に DS プロジェクトが正式に発足され、日本工学院八王子専門学校クリエイターズカレッジが認知リハビリテーションゲームの制作に携わることとなり、11 名のメンバーが集まった。そこで、2009 年度は CogPack と同等のソフトウェアの開発検証のため、ライブラリ開発グループとシステム開発グループに分け制作をおこなった。ライブラリ開発グループでは、描画のベースライブラを OpenGL ベースで作成し、入力に関しては DirectInput ベースで作成した。システム開発グループでは、東京工科大学院生チームが行なった、翻訳成果とライブラリ開発グループによるライブラリを用い開発を行った。その結果、25 本のゲームが完成した。ゲームの一例、人口記憶を図 5、図 6、図 7 に示す。

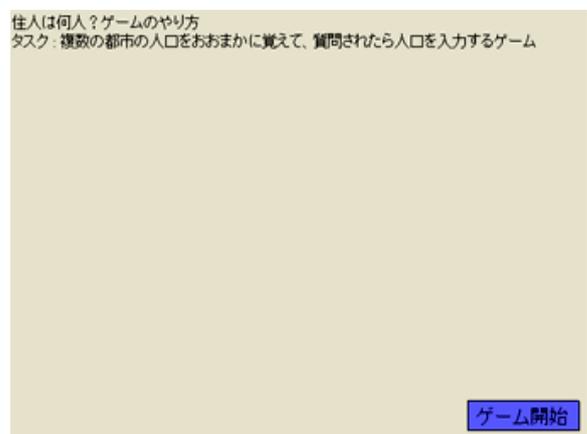


図5 タイトル画面

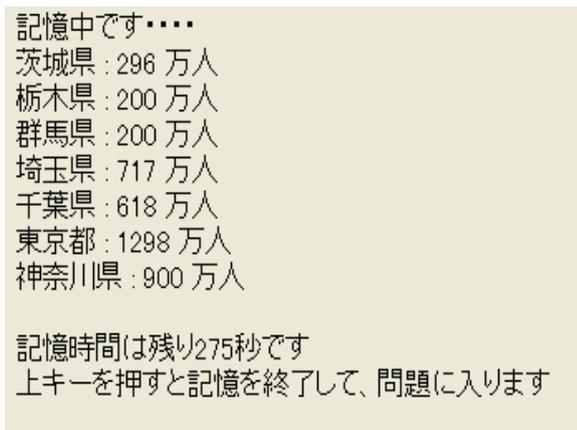


図6 人口の提示画面

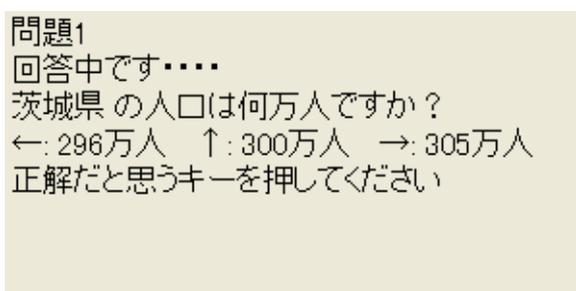


図7 出題の画面

### 4.3. 新認知リハビリテーションゲームの構想

第 42, 43 回 DYCSS3 グループの研究会で来年度から導入し、臨床検証する新しい認知リハビリテーションゲームの構想を DS プロジェクトメンバーで話し合いをおこなった。

先に述べた従来のゲームの問題点およびゲーム開発のノウハウから得た、新認知リハビリテーションゲームの構想を述べる。

- [カスタマイズできるゲーム]  
 利用者に応じたカスタマイズ (tailor-made) が重要であると考えている。具体的には、利用者の症状や状態に応じて、画面表示、音声出力、操作方法、難易度などが自由に設定可能でなければならない。
- [モチベーションが維持できるゲーム]  
 利用者のモチベーションが維持できることも重要であると考えている。具体的には、単なる作業ではないこと、効果を明確に感じられること、ストーリー性があること、見た目がよいこと、音がよいこと、などが必要であると考えている。
- [真の認知リハビリテーション用ゲーム]  
 認知リハビリテーション用ゲームとして重要

なのは、それが正しい意味での認知リハビリテーションが行えるかという点である。単なるゲームではなく、認知リハビリテーション用のゲームとして、効果が得られるよう医学関連部門のスタッフと協議を重ね、具体的機能についての検討を身長に行う必要がある。

### 4.4. 新認知リハビリテーションゲームの要件分析

現在、医学関連部門のスタッフからの要求として下記が挙げられている。

- 医学としての測定ソフトウェアであるとともに、患者としてのリハビリテーションソフトウェアであり、やっていて楽しく、何度も挑戦したくなるもの。
- ゲームの結果だけではなく、患者が何をやったか、過去と比べ今回の成果がどの程度だったかを示すためのログをとれるもの。
- ミッションクリア型でミニゲームを何個かクリアし、アイテムを取ると次の難易度へ進んだり、シナリオが進んだりするもの。
- 日常生活にマッチした立場や環境などを導入したもの。
- リハビリテーション期間として、100 時間程度できる、飽きのこないもの。
- 情報過多にならない範囲で、グラフィカルでかつ操作性の高いインターフェースをもったもの。
- ゲームの内容、難易度や構成をユーザ毎に適応できるように、コンフィギュレーション機能を追加したもの。問題文やキャラクターのフレーズなどは「文字+音声」、「文字のみ」、「音声のみ」とコンフィグできるようにして欲しい。
- マウス、キーボードの扱いに慣れていない人に対応したもの。
- 同じ問題を何度でも繰り返しプレイできるような簡易リスタート機能が付いたもの。

### 5. 今後の計画

来年度からの臨床検証のために、早急な仕様の決定と試作をしていく。医学関連部門では、現在の検証方法にあわせたゲームの選定を行ない、ゲームソフトウェア上流開発部門ではそれに基づいた仕様の決定を行ない、ゲームソフトウェア下流開発部門ではコンフィギュレーションやログ情報の保存ができ、モチベーションが維持できるゲームを作り上げる。

また、ゲームのクオリティの向上のための方策として、視覚面での向上においては日本工学院八王子専門学校クリエイターズカレッジのマンガ・アニメーション科、CG クリエイター科への協力を、また音声面で

の向上においては同校の声優・俳優科、ミュージックアーティスト科への協力を依頼する予定である。

幅広い年齢層に対応するため、PCゲームだけではなく、iPhone/iPod touch/iPad や Android 携帯端末、そして NINTENDO DSiLL などの新しいハードウェアを視野にいれ、開発を行っていく予定である。

## 6. おわりに

本稿では、認知リハビリテーションゲームについての現状、筆者らのプロジェクトとその進捗状況、新認知リハビリテーション用ゲームの構想、今後の計画について述べた。

### 謝 辞

2009 年度、認知リハビリテーションゲームの制作に携わった、日本工学院八王子専門学校クリエイターズカレッジの学生、畦浦龍、杉本翔、陳延兆、堀切隆史、山下祐也、薦本晃敏、松井陽平、八木亮、堤創太、山口正太、水谷洋輔諸氏に感謝するとともに、プロジェクトマネジメント及び翻訳作業に協力していただいた東京工科大学大学院の千頭真八、山岸優也両君にも感謝します。さらにこの活動に賛同し、今後開発に携わってくれる、日本工学院八王子専門学校クリエイターズカレッジの学生、篠田直樹、松島智史、小宮山啓太郎、小宮山勇人諸氏、土田悠貴先生にも感謝申し上げます。最後に認知リハビリテーションゲームの制作に関して多くの助言をしてくださる DYCSS3 グループに感謝申し上げます。

なお本研究の一部は厚生労働省こころの健康科学研究事業の支援を受けている。

### 文 献

- [1] 原寛美：“痴呆性疾患に対する認知リハビリテーション”，*Geriatric Medicine*, Vol.41, No.11, pp.1693-1699(2003).
- [2] 水野雅文・根本隆洋・茅野分：“統合失調症の認知機能障害と社会機能の回復”，*臨床精神医学*, 34(6), pp.791-795(2005).
- [3] 池淵恵美：“統合失調症のリハビリテーションと認知機能障害”，*臨床精神医学*, 34(6), pp.769-774(2005).
- [4] 丸山哲弘：“認知リハビリテーションの理論的背景”，*Cognition and Dementia*, Vol.2, No.2, pp.83-96(2003).
- [5] John Jonides and Derek Evan Nee, “Assessing Dysfunction Using Refined Cognitive Methods”, *Schizophrenia Bulletin* vol.31 no.4 pp.823-829, (2005).
- [6] 池淵恵美：“統合失調症へのアプローチ”，星和書店,(2006)
- [7] 橋本優花里・澤田梢：“認知リハビリテーションの現状と課題”，*福山大学人間文化学部紀要* 8, pp.117-127(2008).
- [8] 亀田弘之・税田竜一・久保村千明・伊藤憲治：“認知リハビリテーション用ゲーム制作プロジェクトの提案”，*電子情報通信学会*, TL2006-67, SP2006-155, WIT2006-99, pp.61-66(2007).
- [9] 柳生広樹・関口紋美・西村健太郎・陣内茂・税田竜一・亀田弘之・伊藤憲治：“認知リハビリテーションゲームの制作”，*電子情報通信学会*, 2007 ソサエティ大会論文集, A-13-17(2007).
- [10] Hiroyuki KAMEDA, Kenji ITO, Chiaki KUBOMURA, Ryuichi SAITA and Toshinobu HARADA, *Computer Game Development for Cognitive Function Rehabilitation - Report of Ongoing cross-disciplinary Project -*, ITCA(2009).
- [11] 亀田弘之・伊藤憲治：“認知機能リハビリテーションに用いるコンピュータソフトの開発，「認知機能リハビリテーション」に用いるコンピュータソフト「Cogpack」の開発とこれを用いた「認知機能リハビリテーション」の実施および Brief Assessment of Cognition in Schizophrenia 日本語版等の神経心理検査をアウトカムとする「認知機能リハビリテーション」の効果検討に関する研究”，平成 20 年度総括・分担研究報告書，厚生労働科学研究費補助金（こころの健康科学研究事業），分担課題：認知機能リハビリテーションに用いるコンピュータソフト開発, pp.55-60(2008) .
- [12] maker software COGPACK, <http://www.markersoftware.com/>, 2010.5.8.
- [13] Cognitive Enhancement Therapy, <http://www.cognitiveenhancementtherapy.com/>, 2010.5.8.
- [14] エビデンス（科学で証明された事実）に基づくワーキングメモリトレーニング（コグメド ワーキングメモリトレーニング），<http://www.cogmed-japan.com/>, 2010/05/08.
- [15] Cipriani G, Bianhetti A, and Trabucchi M, “Outcomes of a computer-based cognitive rehabilitation program on Alzheimer's disease patients compared with those on patients affected by mild cognitive impairment”, *Arcives of Gerontology and Geriatrics*, 43, pp.327-335(2006).
- [16] Wilson AJ, Dehaene S, Pnel P, Revkin SK, Cohen L, and Cohen D, “Principles underlying the design of The Number race, an adaptive computer game for remediation of dyscalculia”, *Behavioural Brain Functions*, 2, pp.19(2006).
- [17] Kurtz MM, Seltzer JC, Shagan DS, Thime WR, and Wexler BE, “Computer-assisted cognitive remediation in schizophrenia: What is the active ingredient?”, *Schizophrenia Research*, 89, pp.251-260(2006).
- [18] どこでも認知リハ, <http://www.kokorogaku.net/>, 2010.5.8.
- [19] No gain from brain training, <http://www.nature.com/news/2010/100420/pdf/4641111a.pdf>, 2010.5.8.
- [20] 脳ブームに「待った」学会「根拠示す配慮を」, [http://www.asahi.com/culture/news\\_culture/TKY201004200165.html](http://www.asahi.com/culture/news_culture/TKY201004200165.html), 2010.5.8.