

Title	外部評価委員会発表報告
Sub Title	
Author	
Publisher	慶應義塾大学グローバルCOEプログラム論理と感性の先端的教育研究拠点
Publication year	2009
Jtitle	Newsletter Vol.6, (2009. 1) ,p.2- 4
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	
Genre	Research Paper
URL	<a href="https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO12002003-00000006-0002">https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO12002003-00000006-0002</a>

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

# 外部評価委員会発表報告

## 図形推論についての論理的・認知科学的研究

竹村亮、峯島宏次、佐藤有理、岡田光弘 (論理・情報班)

論理・情報班は、現代論理学及び論理哲学を含む学際的研究手法を用い、主に論理推論について、論理的及び情報科学的側面から本グローバル COE 研究を進めている。また、他班との協力による認知心理学的実験や脳機能画像的手法を用いた論理思考研究、ならびに情報科学・計算機科学への論理推論理論の応用も進めている。さらに、(1) 直観と論理、ドクサとエピステーメの関係、(2) 感性的 (空間表象的、非言語的) 情報を用いた論理推論の分析、(3) 信念や願望や感情などに対する命題的態度の論理構造の分析、等のテーマを通じて、「論理と感性の関係」を論理的視点から考察している。以下では特に図形推論についての研究を紹介する。

### 図形推論についての本班の研究

図形等の非言語的表現の使用によって、論理推論における計算上の負荷を軽減させることができると考えられ、図形推論研究は学際的な研究分野として近年注目を集めている。本班では、主に以下の二つの観点から総合的に研究を進めている。

- 論理学的研究：オイラー図、ヴェン図等の図的表現のシンタックスとセマンティクスを明瞭にし、図的推論体系の階層を証

明論的に特徴づける。

- 認知科学的研究：例えば、論理推論課題において、オイラー図表現を与えた被験者と与えていない被験者のパフォーマンスや脳活動を比較する。それによって、オイラー図表現を用いた推論の認知的特性を明らかにする。

### 図形推論についてのこれまでの成果

- 位相関係 (inclusion 関係と exclusion 関係) に基づくオイラー図表現システム EUL の形式化及びその集合論的意味論の定義
- オイラー図に対する Unification と Deletion 規則からなる推論体系 GDS の形式化及びその健全性定理と完全性定理
- GDS の syllogistic normal diagrammatic proofs による三段論法の連鎖の特徴づけ
- 実際の三段論法課題におけるオイラー図の影響を検証するための認知科学的予備実験

K. Mineshima, M. Okada, Y. Sato and R. Takemura, Diagrammatic reasoning system with Euler circles: theory and experiment design, Diagrams 2008, Herrsching, Germany, September 22, 2008.

## システムとしての動詞の学習—複数動詞の使い分けの発達に関する実験的研究—

佐治伸郎 (言語と認知班)

子どもにとって学習が簡単な語はどのような語なのか？ この問いは言語獲得研究において長く中心的課題となっている問題である。しかし子どもが「ことばの意味を学習する」と言ったとき、その「学習」の中味が何を指すのかについては真剣に議論されてきたわけではない。従来、学習の指標として主に用いられてきたのは語を産出する時期と頻度である。つまり子どもがある語をある時期に産出しはじめればその子どもは学習を開始したと解釈し、頻度が高くなれば学習が進んだ、と解釈する。しかし如何に語の産出が多くてもその語を大人と同じ様に使えているかといえば話は別である。例えば子どもが「ワンワン」という言葉で犬を参照しその頻度が高くなったとしても、子どもがその語を狐や羊の様な他の四足動物と区別して用いることができるかどうかは分からない。つまり言語の「学習」というものを捉える際、単なる頻度以上に複数語の意味の関係をどれだけ大人と同

じ様に整理しているかということを考慮に入れねばならないのである。以上の問題意識から本研究では「頭に載せる (ding)」や「掌に載せる (tuo)」等、日本語には無い様々な表現を持つ中国語の「持つ」系動詞を題材とし、子どもが複数の語の意味をどの様に獲得していくか実験的に調査した。結果、子どもは自分の周りで多く話されている語に関しては自分もその語を多く産出するけれども、逆にそのような高頻度でありかつ抽象的な意味を持つ語に関しては他の語との意味の境界を学習するのが最も遅いことが示された。逆に他の語と意味の境界線が被っていない語は、低頻度にも関わらず意味関係の理解は最も早かった。この様に本研究では、語の学習についてどのように「学習」の意味を捉えるかによって全く異なる結果が導き出せることを示しており、今後の言語獲得研究において、「学習」の意味をより慎重に考えなければならないことを示唆している。

## バイオロジカルモーション知覚の神経機構—BOLD 信号の抑制現象からの考察—

山本絵里子 (脳と進化班)

ヒトは、日常生活の中で多くの動作を知覚し、動作から他者の意図や内的状態を理解する。他者の動作の認知は、社会的認知能力の一つであると考えられる。本実験では、ヒトの動作の視覚認知に関与する神経機構について、バイオロジカルモーション (以下、BM) 刺激と BOLD 信号の抑制現象を用いて検討した。

BM とはヒトの主要な関節を光点に置換し、動き以外の情報を全て除去した光点の集まりである (Johansson, 1973)。本実験では、ヒトの歩行の BM と、その光点の空間配置を崩したスクランブルモーション刺激 (以下、SM) を刺激として用いた。本実験では、Pair-wise-stimulus パラダイム (以下、PWS パラダイム) を用いた。PWS パラダイムでは、2つの同じ刺激を、最適な刺激間間隔 (ISI) で連続して呈示すると、後続する刺激への BOLD 反応が抑制される現象

を指標としている (Ogawa et al., 2000)。このパラダイムに基づいて、本実験では、BM 刺激を連続して呈示する Same 条件 (ISI 600 ms, 1000 ms)、BM 刺激と SM 刺激を連続して呈示する Different 条件 (ISI 600 ms, 1000 ms)、そして、BM 刺激を 1 回呈示する Single 条件を設定した。

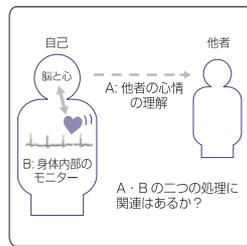
本実験の結果、ISI600ms 条件における same 条件、及び、different 条件において、上側頭葉に抑制現象 (Single 条件の BOLD 信号強度まで減少する) が確認されたことから (図 1)、上側頭葉が BM 刺激と SM 刺激の共通要素に関与している可能性、及び、上側頭葉が BM 刺激の知覚に関与している可能性を示した。今後、BM 刺激と SM 刺激の機能領野のずれ、及び、特定脳領域に異なる機能領野が混在する可能性について検討する必要がある。

## 脳内における自己と他者 — 身体内部の感覚が他者理解に及ぼす影響 —

福島宏器 (脳と進化班)

近年、論理と感性（もしくは認知と情動）が密接に関連し、影響を及ぼしあっている様子について、さまざまな領域で研究が行なわれている。このうち感性については、「心と身体との相互作用」という性格が強いと考えられる。それではわれわれの身体内部の生理状態（心拍や胃腸の状態など）は、脳内でどのように監視・制御され、どのように認知活動（感性的な面からさらには論理的な面にまで）に影響を及ぼしているのか。その具体的な認知的・神経メカニズムの大部分は、未解明のままである。そこで報告者らは心拍の維持・制御に関する神経活動と、社会的な認知活動との関係に焦点をあてて、身体内部感覚と認知活動の相互作用を研究している。

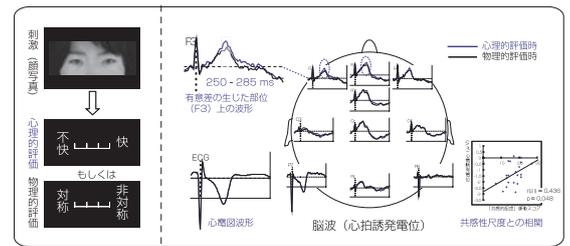
今回報告した実験では、標準的な他者理解課題（呈示された顔写真の表情判断）を行う実験参加者の脳波と心電図を同時に記録し、比較課題を行っている場合との各種生理指標の差異を検討した。その結果、心拍数や心電図波形には課題による違いが見られなかったのに対し、心拍に同期した脳波のゆらぎ（心拍誘発電位：HEPと呼ばれる）の中に有意差が観察された。また、課題による差異が生じた左前頭部のHEP振幅には、質問紙法によって得られた実験参加



本実験の問い

者の社会性に関する自己評定値（共感性尺度）との相関が見られた。

本実験の結果は、他者の心的理解と、自己の身体内受容の神経活動との何らかの関連を示唆している可能性があり、さらに検討を進めている。また本研究は、一見自己身体処理とは関わりのない精神活動の「背景」で、身体内の生理状態をモニターする脳神経活動が変動している様子の計測に初めて成功したものといえる。本研究は端緒についたばかりであり、こうした主張を固めるためにさらなる検討を重ねながら、心と身体との相互関連という視点から人間のこころの多層性に迫りたい。



実験課題 (左) と課題中の脳波・心拍計測結果 (右)

## 就学への適応的な移行に関する発達行動遺伝学研究—遺伝と発達班進捗状況報告—

藤澤啓子 (遺伝と発達班)

遺伝と発達班の研究プロジェクトのうち、「ふたごのなかま班」と私たちが呼んでいる研究プロジェクトは、双生児法をもちいることにより、個人差を説明する遺伝要因を考慮したうえで、小学校生活へ適応的に移行していくために必要な幼児期における環境を明らかにすることを目的として研究活動をおこなっています。中間報告会では上記のタイトルで進捗状況を報告しました。

ふたごのなかま班では、現在、3歳半のふたごのお子さんとその保護者にご来校いただき、調査を進めております。一日をかけて、個別の発達調査（認知能力・社会的認知能力に関する調査）、行動観察（親子遊び場面・集団遊び場面の観察）、及び保護者の方への質問紙調査をおこなっています。これまでに約80組以上のふたごのお子さんとその保護者からデータを得ることができました。

予備的な解析の結果、認知能力と社会的認知能力の正の相関、親の育児ストレスの高さと子どもの認知能力の負の相関、夫婦関係

の良さと子どもの認知能力の高さの正の相関といった相関パターンを確認することができました。また、認知能力に関する変数は一卵性のふたご二卵性の双生児相関<sup>1</sup>がほとんど同じである一方、社会的認知能力に関する変数の中には、一卵性の双生児相関が二卵性のふたごの双生児相関より高いものがありました。ペア数にすると、一卵性も二卵性も40組弱なのでまだ安定した結果とは言いがたいのですが、遺伝的要因の効果が大きい変数と環境要因の効果が大きい変数があることがわかります。今後は、個別の発達調査のデータ、質問紙、行動観察という豊富なデータ間の関連について、解析を進めて参りたいと思います。

<sup>1</sup> ふたごその相方の成績の相関。一卵性ふたごの双生児相関が二卵性のふたごの双生児相関よりも高ければ、その変数には遺伝的要因の影響があるということが示唆される。

## 初期の音声言語獲得における論理と感性—大脳半球側性化モデルの部分的検討—

皆川泰代 (脳と進化班)

われわれはこれまでに乳幼児の音声言語獲得における脳機能の発達について検討を行ってきた。それら実験結果の知見や先行研究を基にして、大脳半球側性化の発達についての仮説的モデルを提案した。このモデルは論理そして感性の発達とも深く関係する。中間報告会ではその概略を説明すると共に、仮説検証のための2つの実験結果を紹介した。紙幅の都合上ここでは、そのうちの1つ、聴覚研究を紹介する。音声獲得の大脳半球側性化モデルでは、まだ言語を理解しない新生児の音声処理における脳内機構は主に音声の音響特性に影響されるSignal-driven型であり、母語の音声言語にさらされることにより次第に高次機能としての言語のDomain-driven型に変化してゆくと仮定している。成人の低次音響処理ではSignal-driven型の処理が行われ、左右半球優位性に影響することが知られている、すなわち時間変化の遅いスペク

トル変化は右半球優位、時間変化の早い音声は左半球優位に処理される。しかしモデルが仮定するように乳児は生まれつきそのような成熟した聴覚機構をもっているのかは明らかでない。そこで本実験では時間変化、スペクトル変化の違いをもつ3条件の非言語音刺激を用いて、新生児を対象とする近赤外分光法の脳反応測定を行った。その結果、新生児も成人と類似した音響特性による左右半球の優位性がみられた。左聴覚野は音の時間変化に、右上側頭回前部は音のスペクトル変化に相関した反応がみられた。成人でみられたスペクトル変化に伴う右上側頭回後部の反応は見られず、成人と全く同一な脳反応は得られなかったが、生後3日の新生児について成人とほぼ同質の音響特性による半球優位性が実証された。本研究はフランスENSそしてイギリスUCLとの共同研究による成果である。

西洋美術において、絵画の起源はプリニウスが『博物誌』の中で語るところの、旅立つ恋人を偲ぶよすがにその影を壁に写し取る乙女に見ることができる。

絵画芸術に代表される二次元平面での造形表現において、影—陰影とは、立体のイリュージョンを現出するために用いられる手法である。我々は造形美術を、本来的に感性の領域に属するもの、と考えることが多いが、陰影表現という観点から綿密に分析していくなら、そこには時代背景や文化的背景に基づいた、精密な論理が働いていることが見て取れる。

古典古代においては、物体の投影を表すキャスト・シャドウや立体感を表現する陰影は、自然観察に基づいた合理的表現をもって描かれていた。しかしながら、中世キリスト教時代を迎えると、「偶像崇拜の禁止」という宗教的タブーにより、生き生きとした立体表現は影を潜めることとなり、キリスト教の教義という論理に基づいた、陰影表現の排除が行われた。東方正教会においては、基本的に現代に至るまでこの方針を貫き、肉体性を排除したイコン像などを制作し続けているが、西方ローマ教会圏においては、ルネサンス期以降、陰影表現が古代以来の豊かさをもってよみがえることとなる。その最初期の例は、フィレンツェ、ブランカッチ礼拝堂である。マソリー

ノとマサッチョが制作に着手し、後にフィリッピーノ・リッピが完成させることになるこの礼拝堂の壁画では、礼拝堂正面の窓を光源と設定し、そこから差す光に基づき、首尾一貫したキャスト・シャドウおよびシェーディングが描かれている。自然主義という論理に基づいた陰影表現である。

しかしルネサンス以降も、絵画芸術を支配するのは自然主義のみではなかった。15世紀シエナ派を代表する画家サセッタは、『聖痕を受ける聖フランチェスコ』(1437-44)において、岩に投影される聖人の影を描いている。しかし、手の指さえくつきりとしられたその影には、本来あるべき頭部が見あたらない。光り輝く聖人の頭部は、影を印すはずもないという神学的論理による改変と考えられる。

このように西洋美術における陰影は、時代あるいは宗教的背景に従って、その表現に変化が見られる。陰影描写は文化・歴史的背景に基づいた、論理と感性のせめぎ合うところであると言えよう。

また本研究では、陰影表現の地域的偏り、具体的には日本美術における陰影表現(あるいは陰影表現の欠如)についても作例を収集し、西洋美術との比較検討を行っている。さらに文学や映画といった絵画以外の分野についても、陰影表現の採集を行っており、「影の文化」について総合的な研究を進めている。

## functional MRI の実習

### ● はじめに

functional MRIの実験は、大雑把な言い方をすれば「被験者」に「何か特定の行動や、刺激を負荷したとき」の「脳」の活動を「MRI装置」を使用して「測定」するものです。これらの鍵括弧の中に括った部分にそれぞれ実験精度に関わるポイントが存在します。これら全般について精通するには多大な時間を要するため、各分野のスペシャリストと協力することが必須となります。しかしながら、実験全体についての理解が不十分な場合、必要な情報を得る事ができず、実験の精度が十分な水準に達しない可能性があります。

そこで、我々人文グローバルCOE教育委員会は、functional MRIを用いた研究を初めて行う博士課程以上の研究者を対象とし、研究に必要な各分野の知識取得を目的とした座学、実践上の手順や、実験精度向上のTIPSを修得するための実地練習、を柱とした教育実習を行っています。

### ● 実習の様子

実習は、MRIの装置の構成、測定原理、各種測定法を学ぶ座学、実際にファントムや人体を対象として測定を行う測定実習の二つに分かれます。今回ご紹介するのは測定実習の様子です。

写真の学生さんは、MRIの機械室にはいり、装置構成を自分の目で確かめ(写真1)、試験測定用のファントムを自らの手でMRIに設置し(写真2)、測定用のGUIを操作して測定を行いました。

この他、測定実習では、実際の実験状況に近い形で人体測定や、各種測定法の実地測定などを実施、予定しています。

写真1



写真2

