

[2009 年度全国大会特別講演]

脳科学とニューロインフォマティクス技術

白井支朗

この記事は、第 5 回情報システム学会全国大会・研究発表大会（2009.12.6）における講演の口述内容をまとめたものです。

皆さん、こんにちは。本日はこんな立派な学会に呼んでいただきまして、大変光栄に存じております。ただいま神沼先生から身に余る紹介をいただきありがとうございました。また、本日は本学会の名誉会長の北城さんもお越しいただいており大変光栄に存じます。実は 40 年程前、カリフォルニア大学バークレー校で北城さんと一緒に勉強しました。当時から新進気鋭の素晴らしい方でした。田舎者の私はあれこれ本当にお世話になりました。今日はその後、私がやってきましたことをお話しさせていただきますが、北城さんにも聞いていただけたという事でいささか緊張しておりますが、本当に光栄でございます。

さて、ご存じのように最近、脳ブームというか、本屋さんに行くと何百冊という脳に関する本が出ています。最新の「文藝春秋」にも、そのあたりの記事が載っております。多くの日本の脳科学者が国際的に活躍されているわけですが、いかんせん研究者は一般的に見て堅物で、自分の興味あること、まず論文になりそうなことから研究するわけです。その背景には、論文至上主義で業績が評価されますから皆さん躍

起になるわけです。一方、ノーベル賞を授与された小柴さんや益川さんは、「重箱の隅を突っつくような研究をやっているのは駄目だ、もっとのんびり自分のやりたいことを自由にやれば、そのうちノーベル賞ももらえるだろう、そのぐらいの気持ちでやらないと本当の研究はできない」などといわれています。

今日のテーマは、人間中心の科学、その中で脳科学はどんなことをやるべきか、そういう意味で、ニューロインフォマティクス（まさに脳情報科学）が社会に還元できる基盤になると思いい、IT（ネットワーク、データベース、数理解析、数理モデルなど）を駆使した研究を 10 年以上やってまいりました。脳は未だ本当に未知です。ほとんどのことがまだ分かっていないと言ってもいいぐらいです。いろいろな視点からご意見をいただければと思っておりますので、どうぞよろしくお願ひいたします。

はじめに

そういうわけで本日は「脳科学とニューロインフォマティクス」というテーマにしましたが、実はバンコクで関連の学会が 1 週間ありまして昨晚帰国したところです。先ほど神沼先生から他にも面白そうな話があるようだから、それも話すようにとのことですので、とりあえず時間の許す限りお話しさせていただきます。

まず、脳を理解するためにはどうすればいいかという視点から、視覚系を例に、われわれが PLATO (Platform for collaborating scheme toward understanding the brain) と呼んでいる、脳を理解するためのインターネットやデー

Shiro Usui

理化学研究所脳科学総合研究センター
ニューロインフォマティクス技術開発チーム
神経情報基盤センター

Neuroinformatics Lab. & NIJC, RIKEN BSI

[2009 年度全国大会特別講演] 2011 年 1 月
18 日受付

© 情報システム学会

データベースなどプラットフォームのコンセプトについてお話させていただきます。

脳はミラクル

釈迦に説法かもしれませんが、脳は正にミラクルだと思います。例えば、皆さんはこうして私のつたない講演のパワーポイントをご覧になって、三次元の世界で感覚系を介して情報を取り込み、話を聞いてくださっています。しかし、よく考えてみると、どうしてこうしたパワーポイントが見えるのか、どうして私の声が聞こえるのか、実はその実体の詳細は今でも良く分かっていないのが現実です。何をバカなことをと仰るかもしれませんが、視覚系がどうなっているのか、なぜこんなことができるのかということが分からないのです。

網膜には、カメラと同じように像が映っています。そこから先はすべて網膜神経回路によって処理された神経情報が視神経を介して神経パルスとして脳へ行くだけです。脳の中には、我々が見ている外界のイメージなどないのです。極端なことを言えば、われわれが見ているものは、脳が勝手に作っているのです。ただ、目は二つしかないので、立体的なものを見ようとしても（視差情報など、ある程度の手掛かりを使っていますが）、三次元の世界が二次元に投影されているので、情報が圧縮されて欠落しています。欠落した情報を再構成するには、（不良設定問題ですから）仮説を入れるしかないのです。そうした仮説の下に解釈しているので、錯視、錯覚が起きてしまう。それも脳の機能なので、われわれはそういうことを利用しながら、脳がどうなっているのかを理解したいのです。ご存じのように、生物の仕組みはゲノムから始まります。ゲノム情報に従って蛋白質が合成され、細胞膜ができます。神経細胞というのは、ナトリウム、カリウム、カルシウムなどのイオンが細胞膜を出入りして情報処理されている。トランジスタやICは電子で動作しますが、神経細胞ではイオンなのです。細胞膜のチャネルメカニズムに従ってイオンが出入りし、それによって神経情報の処理が行われるのです。そうした神経細胞が脳の中に何100億とあって、

脳皮質はハイパーコラムと言われる特有の回路構造を持っています。最近少しずつ解明されてきましたが、それでも何をどうやっているかという詳細な仕組みは分かっていません。そんな状況です。

さて、脳を切り開いて平面に広げると新聞紙1枚ぐらいになります。いろいろな機能が分割されていることが判ります。また、日常、気が付きませんが、心の問題とか、意識の問題とか非常に高度な機能を実現しているわけです。私は脳の能力には限界がないと思っているので、超能力なども興味を持っています。そういう意味で脳研究はすごく幅広い分野、総合科学ですね。しかし、ゲノムや細胞生理、神経科学などは、工学とはやはり違うのです。使われている言葉も考え方も違います。そういう対象に関する知見をどうやって統合し、システムとして脳を理解するかということが大きな問題です。

一つの方法は数学です。数理モデルを使う。数学は科学の言葉です。日本語でも英語でも通じるのです。そういう意味では、汎用性のある記述として、私は数理モデルを言葉としてインテグレートしていくことを考えています。

ニューロインフォマティクスと視覚系のプラットフォーム

インフォマティクスというのは関連ある情報をデータベース化してインターネット上に公開・共有して利用しようという仕組みです。ニューロインフォマティクスは、ニューロサイエンスとインフォマティクスを融合して、脳の理解を進めようという境界領域の学問です。脳の仕組みはわれわれの世代だけでは到底解明できないわけですから、こういう仕組みを作っていくことによって、若い世代にどんどん継承していくことが必要だと思っています。

そんな背景から、OECDのMega Science Forum、その後のGlobal Science Forumのニューロインフォマティクス・ワーキンググループで、10年ぐらい議論してきました。甘利先生と私が日本の代表として参加してきました。その勧告に基づき2005年に国際機構INCF（International Neuroinformatics

Coordinating Facility) が、カロリンスカのノーベル生理学賞を選出するノーベルフォーラムのすぐ近くにできました。ご興味のある方は、www.incf.org に全ての関連情報が公開されていますのでご覧下さい。

こうした時代の流れに対応すべく、われわれは 1999 年から振興調整費で 5 年間、パイロットスタディとして視覚系を対象とした日本のニューロインフォマティクスを立ち上げました。その成果がこの Visiome プラットフォームです (図 1)。

視覚系に関する日本の研究は国際的にもレベルが高く、私もバークレー留学時代は視覚の研究をやり、その後ずっと関連する研究をやってきました。プラットフォームには、そうした日本の視覚系に関する実験データ、文献、数理モデルなどの電子情報がデータベースとして登録されています。以下まず、数理モデルでどんなことが出来るか簡単に紹介します。

図 2 は脊椎動物の桿体視細胞モデルの説明図です。視細胞には、暗闇でも物が見えるような非常に感度の高い桿体と、色情報をセンスする錐体があります。桿体視細胞は直径が数ミク

ロンぐらい、長さが十ミクロン程度ですが、外節部に光子が当たるとピコ秒オーダーの超高速な光化学反応を起こします。それが内節の細胞膜に電位変化を起こし、それに従って細胞終末から化学伝達物質が放出されるのです。つまり、外節部は光子センサー、内節部はその信号を神経電位に変換するところ、終末部は視細胞の出力を次の細胞に伝えるところです。例えば、視細胞にフラッシュを与えると、図 2 の左下のように細胞膜をよぎって非常にわずかですが、光強度に応じて変化する明確な光電流が流れます。それを受けて、内節部に光応答電位が発生するわけです。

こういう研究を日本でお始めになったのが、慶應医学部生理の富田恒男先生、さらに後継の金子章道先生とお弟子さんの立花政夫先生、名古屋の御手洗玄洋先生方で、私も先生方にずっとお世話になってまいりました。

さて、こうした視細胞の仕組みを理解するには最低限、図 2 にあげた程度の論文を読まなければなりません。こういう論文を全部きちんと読んで理解して初めて 1 個の桿体視細胞の仕組みが何とか (解明されたところまでは) 分

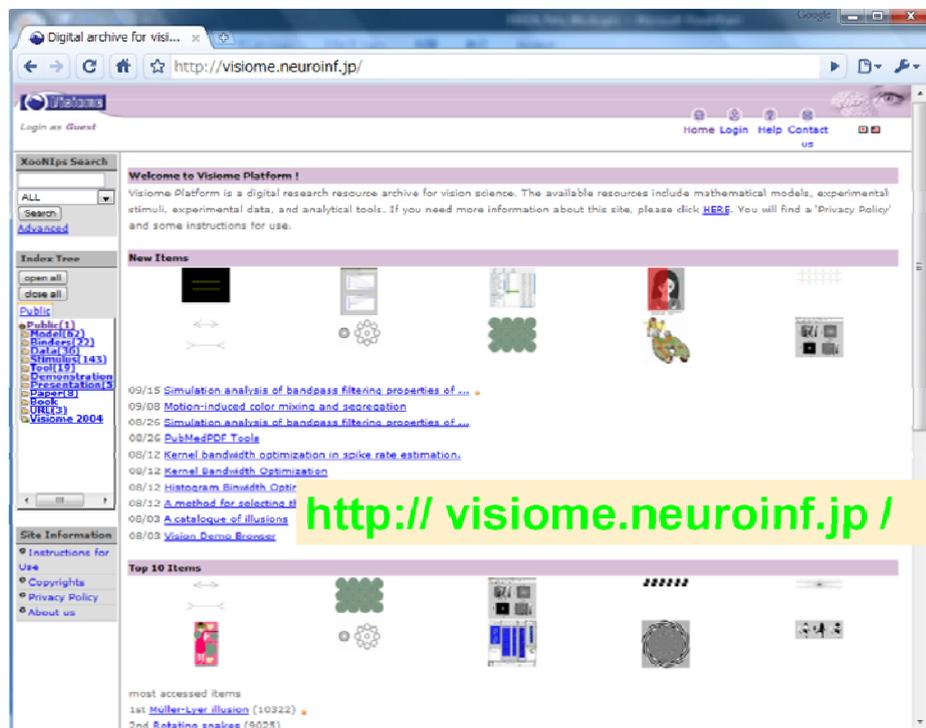


図 1 Visiome プラットフォーム

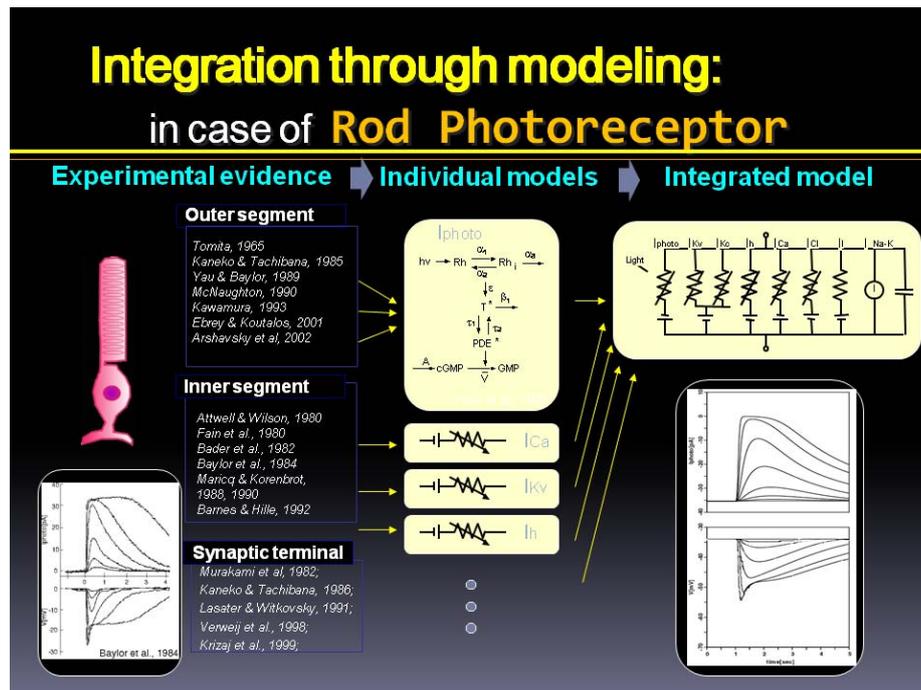


図 2 桿体視細胞モデル

かるのです。このように研究者は非常に細かな仕組みを一つずつ解明しているわけです。それらの知見を統合し、桿体システムとして理解するには、こうした先人の成果を細胞膜のイオン電流レベルで Hodgkin-Huxley 型の微分方程式で記述し、数理モデルを構築するわけです。それをシミュレーションすると、実験データをうまく説明できる光電流応答と光応答電位が図 2 の右下のように再現されます。こうした結果であれば生理学者も納得されるわけです。

エビデンスを統合した数理モデルと Visiome Platform

Visiome プラットフォーム (<http://visiome.neuroinf.jp/>) では、こうした関連する情報をデータベース化し公開しています。論文そのものは PubMed からダウンロードしたり、ちょっと古い論文は PDF がなくてスキャンして登録してあります。論文には、実験データや数理モデルの説明が書いてあるわけです。先に述べた桿体視細胞に関する知見（先ほどの 30 ぐらいの論文）をきちんと読んで記述し統合しま

した。これまでこうした知見を結合してちゃんと動くかということは誰もやっていなかった訳で、初めて一つの数理モデルとして記述したわけです。Visiome プラットフォームには、私たちの数理モデルの論文の PDF やモデルのシミュレーション結果も挙げてあります。モデル全体は微分方程式で書いてあるだけなので、それをプログラムで記述すると、場合によってはミスも出ます。必要なパラメータ値が抜けている場合もあります。正直言えば、論文に書かれている情報だけでは、ほとんど再現できないのが実情です。私たちの論文にも欠けているところがありましたので、時々読者から質問メールが来ます。しかし論文の著者らはワークステーションの中に、ソースプログラムなど全てもっているわけです。Visiome プラットフォームにはそういう情報も、Readme ファイルとともにソースコードまできちんと公開されているわけです。これをダウンロードして実行すれば、論文に書かれている応答と同じ結果を自分のパソコン上に得られるわけです。それを基にさらにモデルを改良したり、新しく解明

された部分を追加したり拡張していけば、非常に効率が上がるというわけです。

ところで、研究者は通常、税金を使って研究しているわけで、その成果は広く社会に還元すべきだと思っています。ただ、企業ではこうしたソースプログラム開発などは自己資金でやった成果なので貴重な知財であり、一般には公開されません。しかし、税金でやった研究は、論文として発表して業績をあげるだけでなく、少なくとも定年になったときには、苦勞して取った実験データ、開発した数理モデルを公開し、後生に残していく仕組みが必要ではないかと思っています。つまり、現実ではほとんど霧散してしまっているのです。こうした成果は広く後輩のためにデータベース化し公開し利用してもらい、そういう仕組みもインフォマティクスの一つだと思っています。

Visiome Platform には視覚心理の専門家もおられ、例えば立命館大学の北岡明佳先生は **Rotating Snake** という面白い錯視のポスターを登録してくれました。これは静止画なのですが、しばらく見ていると回転して見えます。こういう静止画を見たときに、なぜこれが回転して見えるのか、脳の中では回転を知覚させる神経情報が存在しているはずですが、後で述べますが、そういう神経情報を数理モデルで再現できれば、ある程度脳の仕組みが分かるのではないかと思います。

その後、Visiome Platform には、3000 件以上のデータ、コンテンツが登録されています。プラットフォーム、データベースというのは、そこにどんなコンテンツが入っているのか、どうやってサーチできるかということが大事です。私は、NTT-CS 研の上田修功さんと高次元情報の球面埋め込み法を用いて三次元空間でデータベースの中身を可視化する方法を開発し、Visiome Platform に登録されているデジタルコンテンツの可視化に適用してみました (図 3)。ここで興味のあるキーワードをクリックすると、外球が 400 件くらいのキーワード、内球がコンテンツという二つの球面からなる空間が表示されます。例えば「Retina」(網膜) をクリックしますと、網膜に関連するキー

ワードがその回りに自動的に配置されます。それを中心に **Retina** というキーワードを含むコンテンツが線でリンクされます。このリンク先が対応するコンテンツで、それをクリックするとコンテンツの内容が表示されます。球面空間は回転もズームもできますので、三次元ブラウジングでデータベースのコンテンツをインタラクティブに見ることができます。このようにデータベースの可視化、つまりデータベースのコンテンツ全体を見えるようにすることも非常に大切な表現だと思っています。

XooNIps と神経情報基盤センター

こうした視覚系のニューロインフォマティクス研究の成果である Visiome プラットフォームを、それだけで終わらせるのではなく、その仕様と機能を一般化してカスタマイズ可能なインフォマティクスの基盤プラットフォームを開発し、XooNIps と命名しフリーソフトとして公開しています (<http://xoonips.sourceforge.jp/>)。これはコンテンツ・マネジメント・システム XOOOPS のモジュールとして開発したものです。先ほど神沼先生が紹介して下さったのですが、慶應のメディアセンターの皆さんが機関リポジトリツールとして XooNIps が利用できることに気付かれました。これまで図書館のデータベースは dSPACE や EndNote などが主に利用されているようですが、使いにくいとか、日本語対応や支援・協力体制があまり良くないとか、お金がかかるということで、われわれの XooNIps を高く評価していただきました。そこで我々と一緒に XooNIps Library 版を開発し KOARA (<http://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/>) というメディアリポジトリを立ち上げ公開されています。その中には、福沢諭吉時代の慶應のいろいろな写真とか、『解体新書』(ターヘル・アナトミア) の原本やその日本語訳とかがページめぐりで閲覧できるサイトを公開されています。それをご覧になった他の大学の図書館や公的機関の皆さんが XooNIps を使って熱心に機関リポジトリを構築され公開しておられます。われわれも XooNIps 研究会 (<http://nijc.brain.riken.jp/xoonips/>) を立ち

上げて支援しておりますが、こうした展開はわれわれの想定外の嬉しい動きとなっています。

さて、理化学研究所では 2005 年、ニューロインフォマティクス国際統合機構 INCF の発足に伴い、文科省の委託を受けて我が国の窓口である日本ノード運営のため、脳科学総合研究センターに神経情報基盤センターを立ち上げました。その後、日本ノードでは日本中の大学、研究機関の皆さんと一緒に、Visiome を例に、XooNIPS をベースプラットフォームとして、脳イメージング、Brain Machine Interface、昆虫脳など 10 近くの脳科学分野のニューロインフォマティクス・プラットフォームを立ち上げてきました（図 4）。各プラットフォームはその分野を専門とする 10 人から 20 人の全国の研究者が委員として運用・推進しています。詳細は www.neuroinf.jp をご覧ください。最近では教育用教材や数理モデルなどのコンテンツも増えていきますので、是非一度アクセス頂きご覧頂ければと思います。

ところで、日本ノードの各プラットフォームに登録されている実験データや解析ツール、数理モデルなどを利用し、さらなる研究を促進するためには、使いやすい環境や横断的な情報共有が必須となって来ます。そこで、現在、そうしたコンテンツのお試しサイトとして **Simulation Platform** の構築を進めています。つまり、プログラムは通常、それを動作させるソフトウェア環境に依存しているため、例えば数理モデルなどは、それを動作させるためのシミュレータを必要とするし、そのバージョンも問題となります。**Sim-PF** では必要なソフトウェアをバーチャルマシン上に事前にインストールしてあり、ユーザーは各プラットフォームから直接リンクされたお試しサイトで即実行できるという仕組みです。

脳の大規模モデル構築環境：PLATO

さて、脳の各機能に関するプラットフォームが構築されていくとともに、個別の知見・モデルだけでなく、今後はシステムとしての理解が重要となってきます。また例えば、視覚・聴覚などが関わるマルチモーダルな研究を進める

には異なる分野の理解が必要になってきます。こうした研究を推進していくにはどうしたらいいか、私どもは脳の大規模モデルをペタコンで動かそうというプロジェクトの下に、視覚系のメカニズムや錯視現象の理解のため全視覚系の数理モデル構築環境の開発を進めています。そのためには、マルチスケールの大規模システムのモデル（リアリスティックな細胞レベルのモデルから、機能的なモデル、コンピュータシオナルなモデル、システムレベルのモデルなど）をつなぐ必要があるわけです。言い変えますと、全視覚系の数理モデルを作るために、まずは個別のサブモデルが必要です。先ほど言いましたプラットフォームに登録されている個別の論文をベースにしたスモールモデルを繋いで、ある程度まとまりのあるモジュールとして差し替えられるようにする。あるときはサルの実験データに基づくモデル、ある場合はネコの網膜モデルでも OK で、入出力さえ合っていればプラグインで置き換えられる。そうすると、そのモデルは、（簡単に言えば）キメラモデルになってしまう。それでも理解のために参考になれば良いというわけです（モデルを作ることが目的ではなく、モデルは思考のためのツールです）。そのためにデータフォーマット、ソースコード、I/O データ、パラメータ、ハードウェアなどをどうしていけばいいかというわけで、生理実験データや、関連する知見を基に数理モデルを作る。それから、既に開発されているモデルやプラットフォームに登録されているものがあれば、それを再利用するわけです。これを基に大規模なシステムモデルを構築するために netCDF（コモン・データ・フォーマット）を導入した PLATO というプラットフォームを立ち上げました。PLATO environment は、データ・マネジメント・ツールや、modeling environment, netCDF ライブラリ、シミュレーションサーバー、可視化ツールなどからなっています。この上に視覚系の全体を統合しようというわけです。

ご存知のように、われわれの眼球は常に動いています。もし眼球運動が止まったら、視野は一瞬にして灰色になってしまいます。眼球が細

かく動いているから見えている、常に像がリフレッシュされているわけです。私のパークレー時代の Stark 先生は、こうした分野の権威だったのでいろいろ勉強になりました。

さて、網膜から視覚中枢の高次のところまで視覚系全体を結線図で示すと図 5 のように非常に複雑なわけですが、一方、眼球には単眼レンズが 1 枚あり、それで外界像が網膜に映るわけです。カメラにはレンズが何枚も入っていますが、われわれの眼球は単眼レンズで、非常に複雑な機能・特性を持っており、厚みが変わったりしますので収差などもあり、ぼけも出ます。そういうことを全部考慮して、網膜像を再構成しないといけない。その像を網膜が受けて、そこから神経情報処理が始まるわけです。

網膜で処理された情報は神経スパイクとなって視神経を介して視覚野に送られます。脳の中は、莫大な数の神経スパイクが脳のあちこちの部位を行ったり来たりして情報処理しているわけです。しかし、すごい機能を持っている。そういう視覚野の機能、動き、形、色などは個別のモジュールで処理されています。例えば「赤いボールが近づいてきた」という情景を考えると、「赤い」「丸い」「ボール」「近づいてくる」という、運動、形、色、それぞれのモダリティの情報が、脳の別々の部位で処理されるのです。でも、最後にわれわれは「赤いボールが近づいてきた」という情景を見るわけです。それがどうやって統合され知覚が産みだされるのか、全く分かっていないのです。結びつけ問題といいますが、非常に難しいところです。

それでは、具体的に現在進めている視覚系の大規模モデルについて簡単に紹介します。外界像は眼光学系を介して網膜像に変換され、網膜に映るわけです。網膜で情報処理された信号は視神経を介して中枢に送られマルチレイヤー処理がなされ、さらにその上位で、興味によって眼球を動かす制御信号が作られ、その信号が 6 本の外眼筋を制御し眼球が動くわけです。全体がクローズドループになっていますから、それをどうやって接続するかというわけです。例えば、眼光学系のモデルは MATLAB で、網膜モデルは C++ で書いてあるとします。どち

らかの言語に書き換えるのは大変なのでそのまま netCDF を介して繋いでしまおうというわけです。

まず、眼光学系モデルですが、研究室の近視の研究員の例を図 6 に示しますと、眼鏡（コンタクトレンズ）で矯正すると、図のように改善されることがわかります。乱視成分も矯正すると、さらに改善されます。このように、物理光学を考慮して網膜像を再現することが大事なことになるわけです。眼球の動きは、モデルがまだ完成していないので、ここでは実測データを投入します。網膜モデルでは網膜像を二次元に分布している赤・緑・青の錐体視細胞が受けてそれぞれの光エネルギーを細胞応答に変換します。錐体は網膜上の中心部分は非常に多く周辺に行くほどまばらという分布（Cone Mosaic）をしています。錐体からの信号は外網状層の水平細胞、双極細胞で空間的に情報処理され、内網状層のアマクリン細胞で時空間的な情報処理をうけ、最後に神経節細胞でスパイクになって、視神経を介して中枢に送出されるわけです。例えば図 7 は、Rotating Snake の錯視図形を見ている時の眼球運動の実測データに基づいて視線が動いている時の網膜モデルの X 型と Y 型の神経節細胞の時空間応答を可視化したものです。これを見ていると、眼球が動いた時にじわっじわっと何か動きが見えますよね。私たちはこうした情報が脳に回転知覚をもたらすのではないかと考えています。

そんなことで、ちょっと端折りますが、全体としては、網膜から視覚中枢、眼球運動まで含めたクローズドループモデルをパソコンに乗せようと考えています。今後そこに、新しい成果を乗せてみるとか、差し替えて新しいモデルを入れるとか、新しい実験データが再現できるかやってみるとか、研究者が一丸となって共同で研究できるプラットフォームを作ろうというのが目的です。

Related Abstract Search Tool : RAST

最後に、学会大会のアブスト検索ツールについて簡単に紹介させていただきます。大きな学

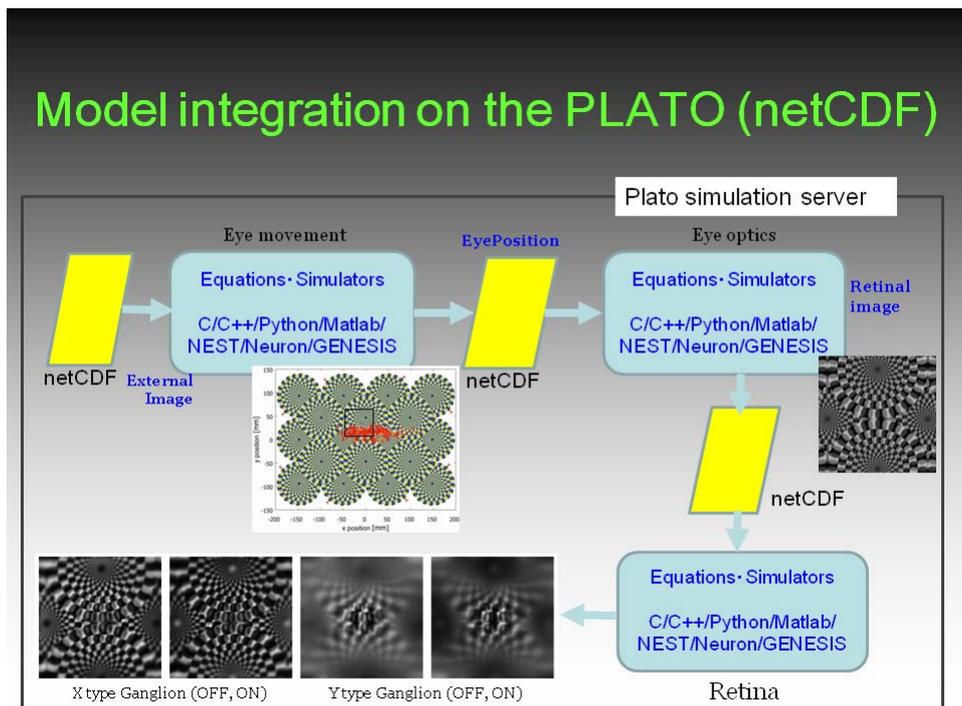


図7 PLATOによる視覚系モデルのシミュレーション例



図8 SfN2009 Annual Meeting用のRAST画像

会，例えば今年の夏（2009），シカゴであった北米神経科学学会ですが，約 3 万 5000 人の参加があり，ポスターだけでも 1 万 6000 件程発表されました。学会のサーチツールもありますが，使いにくくて皆さんあまり使っていないようです。そんな事から，ここ数年かけて Related Abstract Search Tool を開発してきました，昨年から本格的に学会と連携してやっております。こうした学会では Planner とか My Schedule とか，学会が提供するツールもありますが，セッションベースだったり，与えたキーワードを含むアブストしか検索できないとか，非常に不便です。違うセッションでも興味ある発表がたくさんあるわけで，われわれはそれを Related な Abstract と考えて，RAST を開発し公開してまいりました。この夏，名古屋であった日本神経科学学会では 1700 件ぐらいのポスター発表，3200 人ぐらいの参加がありました。学会の WEB サイトに My Schedule というツールが提供されておりセッションごとにプログラムを見ることができます。ここにわれわれの「RAST」へのリンクを

張ってもらいました。図 8 はシカゴの北米神経科学学会（SfN）の例です。この学会では毎年，Planner を提供していますが，日毎とかセッションタイプという形式で，詳細サーチも入力情報があれこれあって使いにくいというわけで，われわれは与えたキーワードを含まないようなアブストでも similarity の高いアブストを優先的に提示する機能を提供しました。現在も公開（<http://ras.ni.brain.riken.jp/SfN2009/>）していますので，ご興味のある方はご覧ください（ちなみに 2010 年度版も同じ URL ですが，最後の 2009 を 2010 に変更）。

計算方法は簡単で，それぞれのアブストから単語を抽出して，ステミングとかストップワード処理をし重要な単語を抽出できるようなフィルターを作っています。フィルターを通した後，関連するアブストの単語リストをひとまとめにして，ある評価基準でキーアブストラクトをベースにした，Related Abstract をスコア順に並べました。ここで Related Abstract 同士の cosine similarity を計算してみると面白いことが分かりました。similarity は一番高い

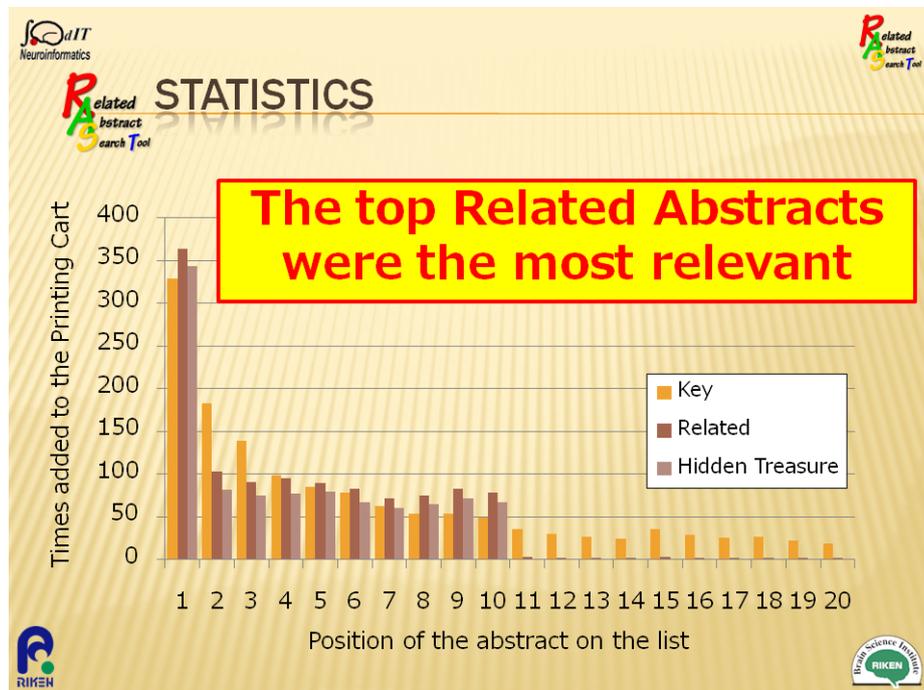


図 9 SfN における RAST 利用ログ解析結果

ものでも 0.200 だったのですが、7 番目と 2 番目のアブスト同士は 0.55 という similarity がある。こんなに高い similarity とは何ぞや、というわけで見てみると、タイトルと著者とアブストから、同じグループの発表だということが判明しました。与えたキーワードは含まないが、similarity のエントロピーをベースに関連度の高い順に並び替えることでうまく評価できていることが実証された次第です。

使い方ですが、実際に入ってください How to use をクリックすると、説明が出てきます。興味あるキーワードを入れてサーチすると説明が出てきます。タイトルの上にカーソルを持ってくると、アブスト本文が表示されるので、中身を確認できます。Related Abstract をクリックすることによって、キーアブストラクトと関連するアブストが出てきます。このアブストに含まれる単語が、分野特有の単語順に並ぶようになっておりますので、自分の興味がうまく反映されていることが分かってもらえると思います。しかも上の方ほど、あなたの興味に近いですよというふうに表示してあります。このあたりは Google とか Yahoo と同じような感じです。

あと、プリントしたいアブストはカートに入れ、アブストリストを出力するとか、本文付きのアブストも出せます。それをプリントすれば、1 アブスト 1 ページで、日付順、時間順に出てくるので、当日のプリントだけ持って会場に行けばいいわけです。広い会場を厚いプログラムブックを片手にアブスト番号を追って探し歩くのは大変だから、見る順番もガイドしろというコメントもあり、目下それを検討しています。半分遊びみたいな研究ですが、非常に役に立っているように思います。

最後に、利用ログを分析して判明した結果について紹介します。RAST では検索した候補を下位までずっと見なければならぬのでは面白くないので、初めの方だけ見て面白くなってきたら、そこで止めても良いようにしてあります。たとえば、図 9 の横軸はカートに入れたアブストが出てきた順位です。これを見ると、やはり一番に出てきたものが、皆さん一番興味があつて、すぐにカートに入れたということです。黄色が自分で選んだキーアブスト、少し茶色っぽいのが Related Abstract です。ちょっと薄いのは Hidden Treasure と言って普通のサーチでは出てこない(与えたキーワードを含まない)アブストがこんなにあつたというわけです。実際にシカゴの会場で友人(会長)も見に来てくれて、面白いのがあつたので見たら昨日の発表だった、これは知らなかったと。こういうツールは非常に役に立つから、来年はもっと積極的に宣伝しようということになっています。日本神経科学学会もこれを毎年データベース化したいということで協力していくつもりです。今後、年ごとの研究トピックの変遷とか、年度にまたがる横断検索なども提供できればと考えております。

おわりに

情報システム学会の皆さん方も興味がおありかなということで、ニューロインフォマティクスの一環としてこれまで私どもが開発してきたシステム、ソフトウェアなどに関する紹介をさせていただきました。ご静聴ありがとうございました。

(司会) 白井先生、どうもありがとうございました。