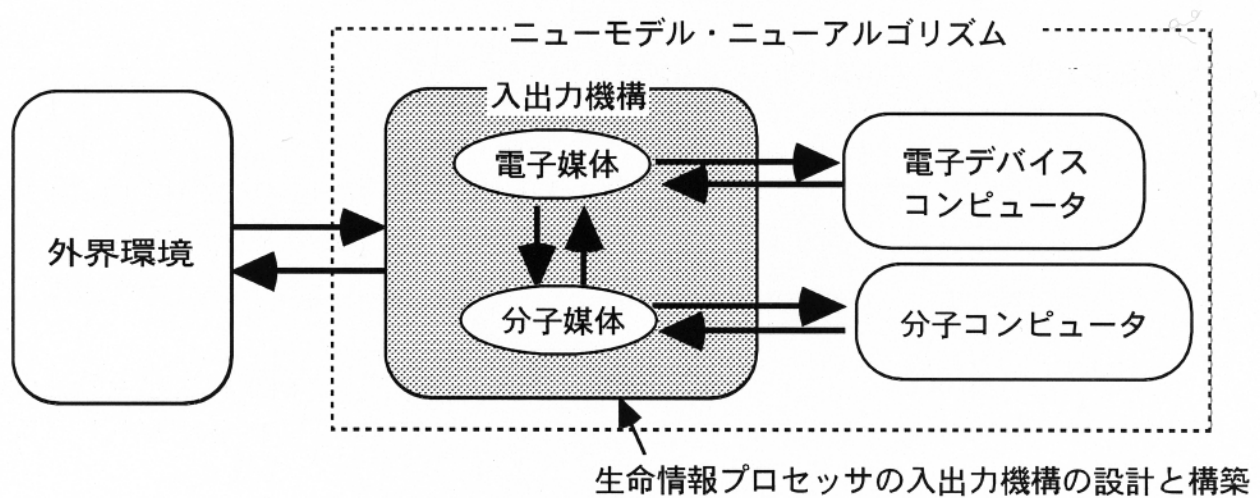


Design and Fabrication of an Interface System for  
a Life Information Processor and External Environment  
Electrophysiological and Biochemical Approach  
生命情報プロセッサの入出力機構の設計と構築  
電気生理学的アプローチと生化学的アプローチ



プロジェクトリーダー 山 川 烈  
九州工業大学 情報工学部 教授



『生命情報』研究分野における本プロジェクトの位置付け

### 1. 研究目的

人間の持つ感性、非決定論的な判断、人間の知覚、生体の増殖や進化、生体の巧妙なからくりなど、生体特有の情報処理を模擬し、情報表現および処理方式のいずれについても、従来のコンピュータとは全く異なる新しいコンピュータの出現が待たれている。このコンピュータに外界環境から効率良く生命情報を取り込み、また処理した結果を効率良く外界環境へ送出するためのインターフェイスを開発する必要がある。具体的には次の二つのアプローチを採用する。

まず第一は、<電気生理学的アプローチ>である。生体知覚器は、外界の時空間的環境変化に順応し、自身の解像度、指向特性、閾値などのパラメータを動的にかつ局所的に変化させる自己組織化の機能を持つ。さらに生体知覚器は、空間に分布した情報を並列的に取り込み、かつ取り込んだ情報を相互に処理しながら中枢へ向けて伝達する超並列処理機能も持つ。それら二つの機能を評価・究明し、環境適応型のアナログ・センシング・デバイスを集積化する。

第二は、<生化学的アプローチ>である。これは、外からの情報(分子などの化学的入力や光などの物理的入力)をとらえ、それを化学物の合成・放出や光などとして出力する系を構築する。嗅覚、味覚、視覚などで知覚受容分子として働くGタンパク質共役受容体に焦点を定め、その入力受容機構の解析、新規受容体・再構成系の構築、遺伝子発現として出力する系の構築、などを目指す。

本研究の過程で行う基礎研究は、すべての感覚器に適用できる普遍的なアーキテクチャや設計原理を明らかにするものであるから、インターフェイスの新しいパラダイムを創出することになり、学術上極めて意義深いものとなる。また、その研究成果は、工学、医学、情報科学等あらゆる分野への応用の可能性を秘めており、将来のバイオメトリックシステムに必要な不可欠な知的インターフェイスへの道を切り開くものであるから、社会的貢献も多いに期待できる。

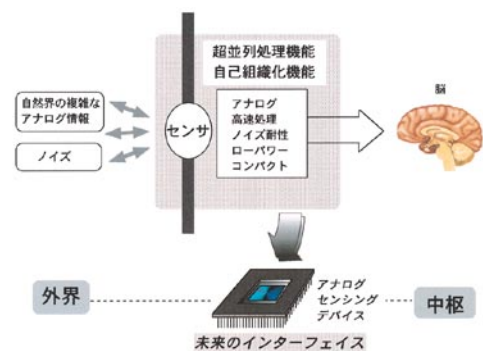


図1

## 2. 研究の内容

### <電気生理学的アプローチ>

- (1) 生理実験装置（剣山型マルチ電極および電位誘導装置）の制作及びその性能評価（鯉網膜神経節細胞）を行う。網膜神経節細胞の光応答の時空間特性を計測し、順応機構に注目して解析する。
- (2) 外界の時空間環境変化に順応する自己組織化ネットワークの構造及びその学習アルゴリズムの開発を行う。重複情報の分離・複合情報の分離および情報圧縮の機能を示す生体特有のアルゴリズムの解明を行う。
- (3) 生理学的知見に基づき、人工視覚集積回路（ビジョンチップ）（図2参照）人工蝸牛集積回路（アコースティックチップ）、人工三半規管（マイクロジャイロ）を制作する。

### <生化学的アプローチ>

- (1) Gタンパク質共役受容体は、ホルモン、神経伝達物質、匂い、味、光などの受容体で、アミン、アミノ酸、ペプチド、タンパク質、ヌクレオチド、脂質、Ca<sup>2+</sup>イオンなど種々の分子や光を認識する。膨大な化合物を認識する構造的基盤を明らかにするため、モデル受容体の大量発現系の構築、精製受容体の結晶化・高次構造決定の試みを継続的に行う。また、人工産物である受容体・G融合タンパク質を大量調整し、受容体への入力をGタンパク質活性化として出力させる。これを素子として利用する試みを行う（図3参照）
- (2) Gタンパク質共役受容体により起動される細胞内シグナル伝達系は、イオンチャンネル受容体による早い情報伝達のモニター系及びその制御系としても働く（図4参照）また神経可塑性の出発点である、複数入力の出会い（Coincidence）センサーとしても働く。この系が全体として制御系であると同時に、細胞内シグナル伝達の個々の経路も種々の制御を受けている。受容体のリン酸化による機能制御もその1つである。このような制御系の解析、及び知見の整理によって、電気生理学グループによる物理的なセンサー設計への基礎的な情報の提供を行う。
- (3) Gタンパク質共役受容体への入力は、遺伝子の発現としても出力される。受容体から遺伝子発現に至る細胞内シグナル伝達系は複雑に入り組んでいる（図4参照）。いくつかの例についてシグナル伝達系の実体を明らかにする試みを行う。同時に、人工的に発現させた受容体やマーカー遺伝子を用いて、受容体刺激を遺伝子発現として出力する培養細胞モデル系を構築する。

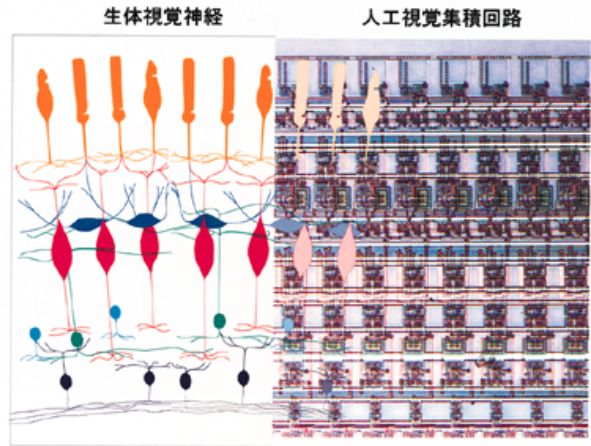


図2

## Interaction of muscarinic m2 receptor and G protein G<sub>i1</sub>α

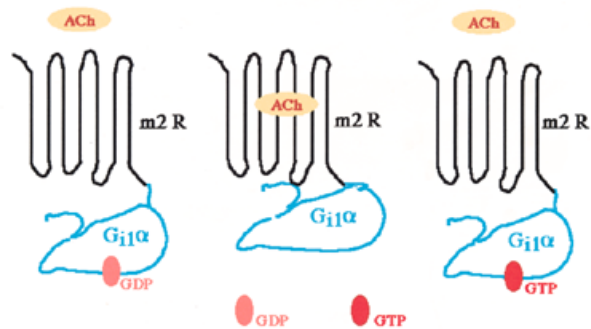


図3

## 3. 研究の体制

期間：1997年7月～2002年3月

構成：プロジェクトリーダー1名、

<電気生理学グループ>

リーダー（山川 烈・九工大教授）コメンター2名、  
研究協力者6名（うちポストドクトラルフェロー3名）

<生化学グループ>

リーダー（芳賀 達也・東大教授）研究協力者6名（うちポストドクトラルフェロー1名）

実施場所：九州工業大学情報工学部および東京大学大学院医学研究科

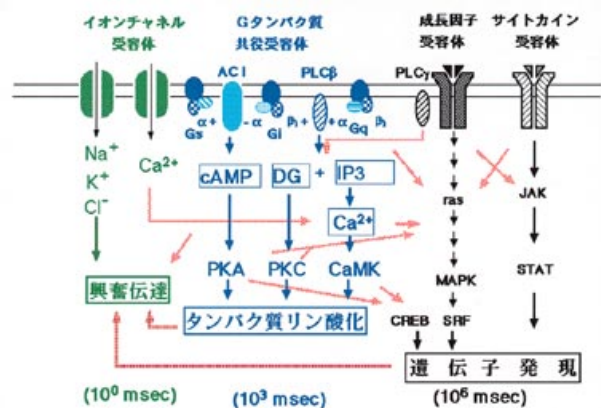


図4