

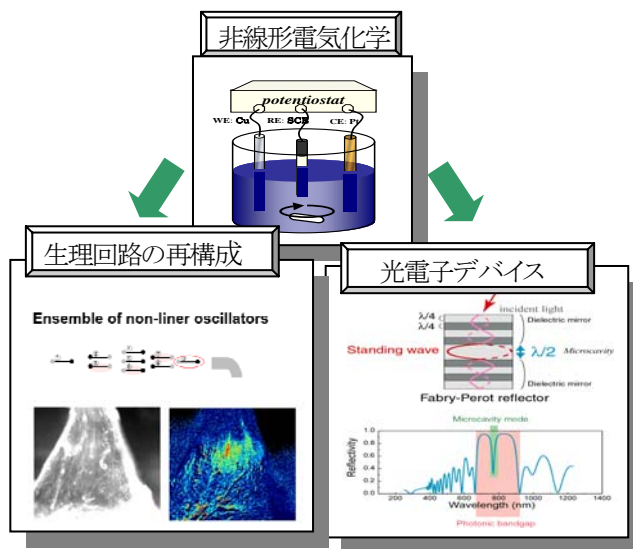
ディビジョン番号	11
ディビジョン名	電気化学

大項目	4. 電気化学計測／電気化学反応
中項目	4-2. 電気化学反応
小項目	4-2-2. 電気化学基礎（非線形電気化学）

概要（200字以内）

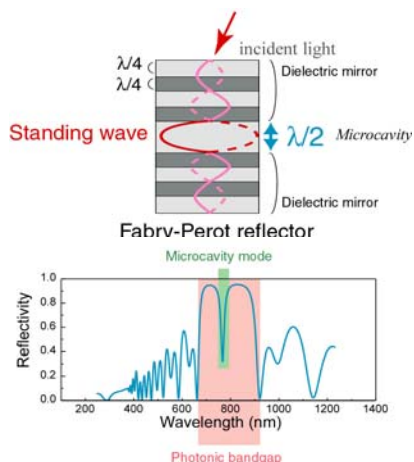
電気化学界面は、物質とエネルギーが交代する開放場である。このため、数多くの非線形現象（自己組織化・パターン形成・非線形波動の生起）が観測される。さらに、非線形電気化学は、振動子の結合個数に上限がなく、他の非線形系に類を見ない特徴である。1. 非線形電気化学反応の空間領域での自己組織化を利用して、光や電子を制御する繰り返し構造を1ポットで合成する手法の開発。2. 非線形振動子の集団挙動を解明し、生体 Ca^{2+} 波動や神経

興奮伝播に代表される生体非線形回路を構成的に調べ、信号処理機能を発現する最小回路の原理を明らかにする。



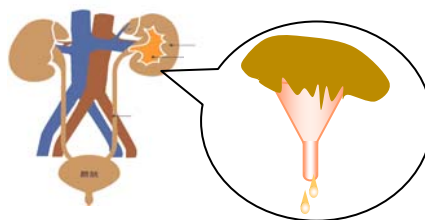
現状と最前線

人間の手足顔が、誰でもほぼ同じ形をしていることを考えると、自然は、特定の形を自動的に作り上げる能力を持っていることが判る。自然の形態形成能力を有効に用いることができれば、電子のドブロイ波長程度の繰り返し構造や、光の波長程度の周期を持つ規則構造を、自己組織化的に自動合成できるだろう。このような構造が、自動的に合成できれば、それらは、電子や光を操るデバイスの材料として利用できることは疑いがない。近年の非線形科学の発展は、空間構造が自己組織化される種々の条件を顕わにした。本項では、主に界面に於ける非線形化学現象に着目し、電子・光素子をビーカーの中で化学合成する方途を確立する。このためには、（1）非線形界面反応が元来有する形態形成機能を、電場や磁場、あるいは、超音波や光などの巨視的なパラメータを制御して自在に操る技術を確立する。（2）

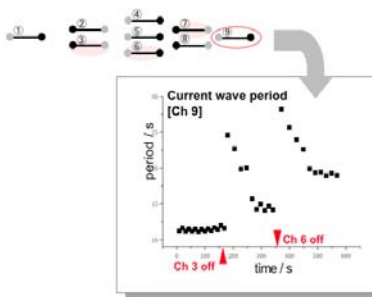


形態形成反応の進行を原子レベルで追跡できる反応診断技術確立して、合成される機能物質の高品位化をはかる。(3) 現在、種々雑多に発展している非線形科学の研究を、材料合成の観点から纏めなおし、自動合成に有用な反応スキームのライブラリーを作る。このような研究を通して、(4) 共鳴トンネルダイオードや面発光レーザーなどのデバイスを作り、空間構造の自動合成の優位さを実証したい。さらに、これら一連の研究を「パターンダイナミクス」とよび、ナノメーター領域の機能創製の新しい学理を確立したい。

一方、電気化学非線形振動子は、その動態を記述する式が、Hodgkin-Huxley とほぼ相似であり、その集団的振る舞いから、生体の不随意的ペースメーカー(尿管などの蠕動運動や心拍動)を実験的に再構成できる。しかし、運動や機能を再構成する回路は、多くの場合、ただ一つには定まらない。いくつかの可能性の中から、より生体に近い回路を精査する目的で、顕微鏡下で集光したフェムト秒レーザーで標的回路を壊す仕掛けを作り、部分的に損傷を受けた生体回路の振る舞いを調べ、生体回路が満たすべき非線形ネットワークの条件を決定する。非線形システムは、そのネットワーク構造の乱れを吸収し、所定の機能を保持する堅牢性を持つと同時に、全機能が、突如壊滅的に崩壊するカタストロフィックな危機を内包する。非線形システムの多重安定性を生かした、危機回避のシナリオの構築を目指す。非線形科学と医学を融合する努力により、非線形ネットワークとしての生命観(Physiome)を構築すると同時に、物理的な生体信号解析を診断に繋げる新しい医学応用(non-linear diagnosis)の創出に挑戦したい。



Ensemble of non-linear oscillators



将来予測と方向性

- ・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題
 - 非線形界面の動作状態での観察手法の開発
 - 柔らかいナノ構造の実時間観察法
 - ネットワーク解析の数理
- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題
 - 生体中で動作するナノ非線形電気化学素子の開発
 - 生体信号の非線形電気化学的計測と生体器官内部状態との相関の確立
 - 個体生存の危機回避方途の実証的研

キーワード

非線形電気化学 非線形ネットワーク 空間構造の自己組織化
 生体非線形波動 Physiome

(執筆: 中林 誠一郎)