

# 【新学術領域研究（研究領域提案型）】 複合領域



## 研究領域名 非線形発振現象を基盤としたヒューマンネイチャーの理解

生理学研究所・生体システム研究部門・教授 **なんぶ あつし**  
**南部 篤**

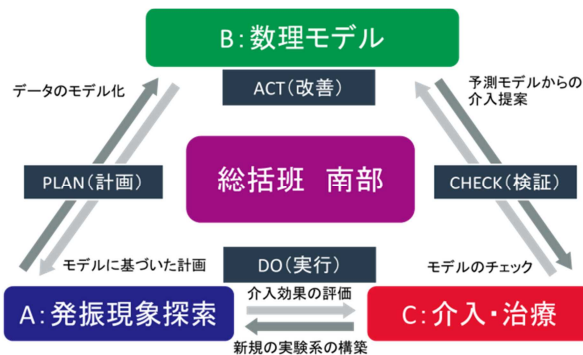
研究課題番号：15H05871 研究者番号：80180553

### 【本領域の目的】

本領域はヒューマンネイチャー(人間本性)の理解を可能とするニューロ・オシロロジーを創成する。オシロロジーは、先端的な実験研究に裏付けられた神経科学知と、複雑系としてのヒトを不分離の統合システムとして捉える非還元論的思考の二つを融合して「ヒト脳」に切り込む新しい実践的学知である。我々は、神経系の集団発振現象と同期化が機能分化と自己組織化の場であるという作業仮説を共有するとともに、実験研究データベースも共有する有機的な連携によって、神経科学、数理科学、臨床医学の融合した新しい学問領域「オシロロジー」を創成し、ヒューマンネイチャーの数理的・システム神経科学的理解を実現する。

### 【本領域の内容】

3つの計画班グループによる環を形成し、相互に連携しつつ研究活動を推進する。



領域推進の基本戦略は探索、理論、臨床介入の三本立てである。A: 探索 (新規の集団発振現象の探索)、B: 理論 (データ対話的な数理モデル構築)、C: 介入 (介入による発振制御と臨床応用) の3つの研究項目が融合的に連携し、神経細胞、動物モデル、ヒト臨床研究という多様な実験研究と解析・モデル化を行う。Aグループは、細胞内現象、霊長類・げっ歯類モデル、ヒト脳直接記録、そしてヒト脳システムの先端的計測といった各班の取り組みから、多次元・多階層での新規発振現象を探索する。Bグループは非線形振動・発振を伴う多次元・多階層の神経ネットワークの機能分化と自己組織化の数理モデルを推定・構築する。Cグループは動物における遺伝子操作や光遺伝学での発振現象への介入、ヒトでの非侵襲的脳刺激法によって、動的な神経ネットワークの人為的制御および神経精神疾患などのネットワーク病態への治療的介入や神経再組織化の誘導を研究する。

オシロロジー創成には、実験と緊密に結びついた理論研究 (B 理論班) が不可欠である。また、実験研究には、非線形な生命現象に対する観察研究 (A 探索班) と、臨床データも含めた介入実験研究 (C 介入班) の2つが必要で、それぞれについてヒトおよび動物モデルでの計画研究が求められる。概念図に示すとおり、B 理論班が構成論的に model-based 実験計画を立案し、A 探索班と C 介入班が協力してモデル検証を行う流れで研究を推進する。また A 探索班が発見した非線形集団発振現象を B 理論班が数理モデル化し、C 介入班が発振現象制御実験を行う。また C 介入班が開発した発振制御技術について、A 探索班がその効果を記録解析し、B 理論班のモデルの妥当性を検証する。このような3領域間の循環的相互作用の形で、本領域の主要な共同研究を推進する。

### 【期待される成果と意義】

オシロロジーの観点に立つことで、我が国での重要な健康課題である認知症、てんかん、パーキンソン病、統合失調症などの神経精神疾患は、還元論的に遺伝子変異や神経変性だけ見なされるのではなく、自律的脳ネットワークの動的な機能不全すなわち「ネットワーク病」として理解できるようになる。さらに本領域が発展すれば、オシロロジー研究者の中から、非線形集団発振現象の数理モデルに基づいて、革新的な神経精神疾患制御手法を科学的に設計する「臨床数理科学者」が生まれることが期待される。

一方、心理学・人間科学を含めた人間本性を理解する研究の文脈上においても、発振現象の視点からの理解が貢献できると予想される。例えば、人は常に合理的な判断をするのではなく、時として非合理的な判断をし、それが社会・経済の変動を生起させる。このような非合理性を、ヒト脳が生み出すミクロからマクロまでの発振レベル(神経細胞の100Hz以上の活動から概日リズム・性周期などの日・週以上のものまで)の現象と関連付け、その非線形な性質からヒトの行動に関する新たな理解の基盤を導くことができると期待される。

### 【キーワード】

脳・神経、ソフトコンピューティング、複雑系数学、脳神経疾患、生理学

### 【研究期間と研究経費】

平成27年度-31年度  
1,149,700千円

**[Grant - in - Aid for Scientific Research on Innovative Areas(Research in a proposed research area)]**  
**Interdisciplinary Area**



**Title of Project : Non-linear Neuro-oscillology: Towards Integrative Understanding of Human Nature**

Atsushi Nambu

(National Institute for Physiological Sciences, Division of System Neurophysiology, Professor)

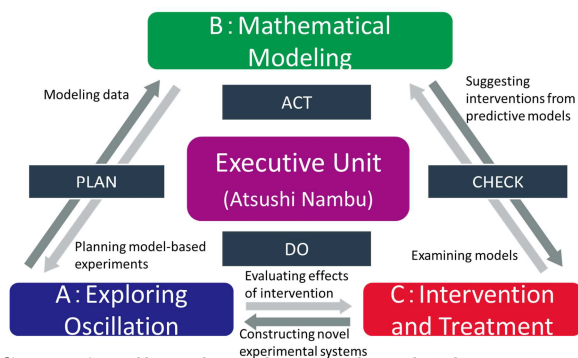
Research Project Number : 15H05871 Researcher Number : 80180553

**【Purpose of the Research Project】**

In this program, we intend to create a new academic field of neuro-oscillology, which enables us to understand human nature. "Oscillology" is a pragmatic knowledge that approaches "human brain" combining findings from state-of-the-art experimental research and ideas from a non-reductionism perspective that regard complex human being as indivisible unitary system. We share a working hypothesis that the spontaneous oscillation and synchronization in the neuronal systems yield its functional differentiation and self-organization, and also share a database of a body of relevant experimental research. We unify the team to create a new academic field "oscillology" which harmonizes neuroscience, mathematics, and clinical medicine to achieve mathematical and systematic neuroscientific comprehension of human nature.

**【Contents of the Research Project】**

The research team for this project is composed of three groups of research units that associatively proceed research activities: exploring oscillation, mathematical modeling, and the intervention and treatment.



Group A will explore the novel multi-dimensional and multi-layered oscillatory phenomena, working on intracellular events, primate/rodent models, direct recordings of human brain activity, and advanced measurements of human brain systems. Group B will develop mathematical models of functional differentiation and self-organization of the multi-dimensional and multi-layered oscillatory neuronal network. Group C will investigate genetic engineering and optogenetic intervention into oscillatory phenomena in animal models, control of dynamics in human neural network by non-invasive brain stimulation methods, and induction of

reorganization of nervous system and clinical intervention for network diseases in human, including neurological and psychiatric disorders.

Establishing oscillology requires close association between experimental and theoretical studies. As shown in the schema, group B draws up model-based experimental plans and then groups A and C cooperatively perform examinations on the suggested models. Also, group B will model novel oscillatory phenomena observed by groups A and C and develop ways to manipulate them. In addition, group A will analyze the effect of intervention methods developed by group C and examine validity of the models provided from group B.

**【Expected Research Achievements and Scientific Significance】**

Based on an oscillological perspective, we can regard various neurological and psychiatric disorders, such as dementia, epilepsy, Parkinson's disease, and schizophrenia, as "network diseases", that is, dysfunction in dynamism of spontaneous networks in human brain.

With the progress of this field, we expect the advent of "clinical mathematical scientists" who can treat and control neurological and psychiatric disorders based on mathematical models of the phenomena of non-linear collective oscillation.

We also expect that our field contributes to psychological and sociological comprehension of human nature with oscillological perspective. Human being do not always make complete rational judgments, but sometimes make irrationalistic decisions, which evoke fluctuation in social and economic activities. Oscillology will clarify associations between human irrationality and a wide range of neuro-oscillation and provide scaffolding to understanding such complex behaviors by the non-linear nature of the human nervous system.

**【 Key Words 】** Brain and Nervous System, Soft-Computing, Mathematics for Complex Systems, Neurological and Psychiatric Disorders, Physiology

**【Term of Project】** FY2015-2019

**【Budget Allocation】** 1,149,700 Thousand Yen