

合原・河野研究室

脳・神経の数理的理解とシリコン神経ネットワークへの応用/
現象とダイナミクス～数学で理解する生命、自然、社会～

生産技術研究所 情報・エレクトロニクス系部門
情報理工学系研究科 数理情報学専攻
工学系研究科 電気系工学専攻

複雑系数理モデル学

<http://www.sat.t.u-tokyo.ac.jp>

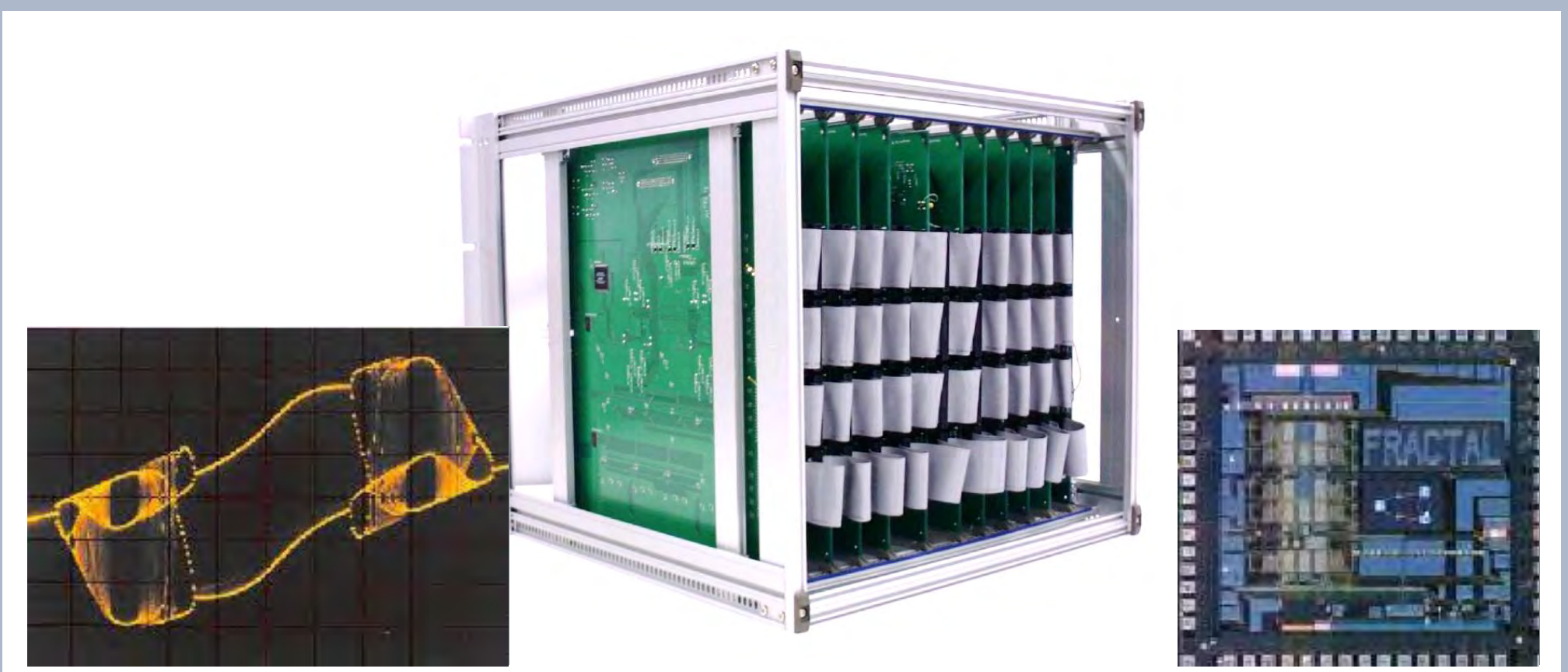
複雑系数理モデル学

私たちの研究室では、数理モデリングや実データ解析を通じて生命、社会、経済、医療、エネルギー問題、自然災害などの幅広い複雑系を扱い、複雑現象の理解と複雑問題解決を目指しています。同時に、これらの個別対象研究の基礎をなす

普遍理論や共通数理解析手法の確立を目指しています。また、最先端数理モデル連携研究センターとの協力による研究成果を活かし、数理的手法を医療や工学へ応用し役立てる研究を行っています。

1. 神経ネットワークのダイナミクスと神経電子回路やAIへの応用

神経ネットワークの仕組みを明らかにするため、実際の脳の神経細胞（ニューロン）や神経回路網（ニューラルネットワーク）に基づく数理モデルを構築し、そこから非自明な数理構造を抽出することによって脳の高次機能の理解を目指しています。さらに、理論神経科学の知見を活かした工学的応用として、アナログ神経電子回路やAIの開発を河野研究室などと連携して行っています。



カオスやフラクタルを応用したアナログ神経集積回路とカオス人工脳

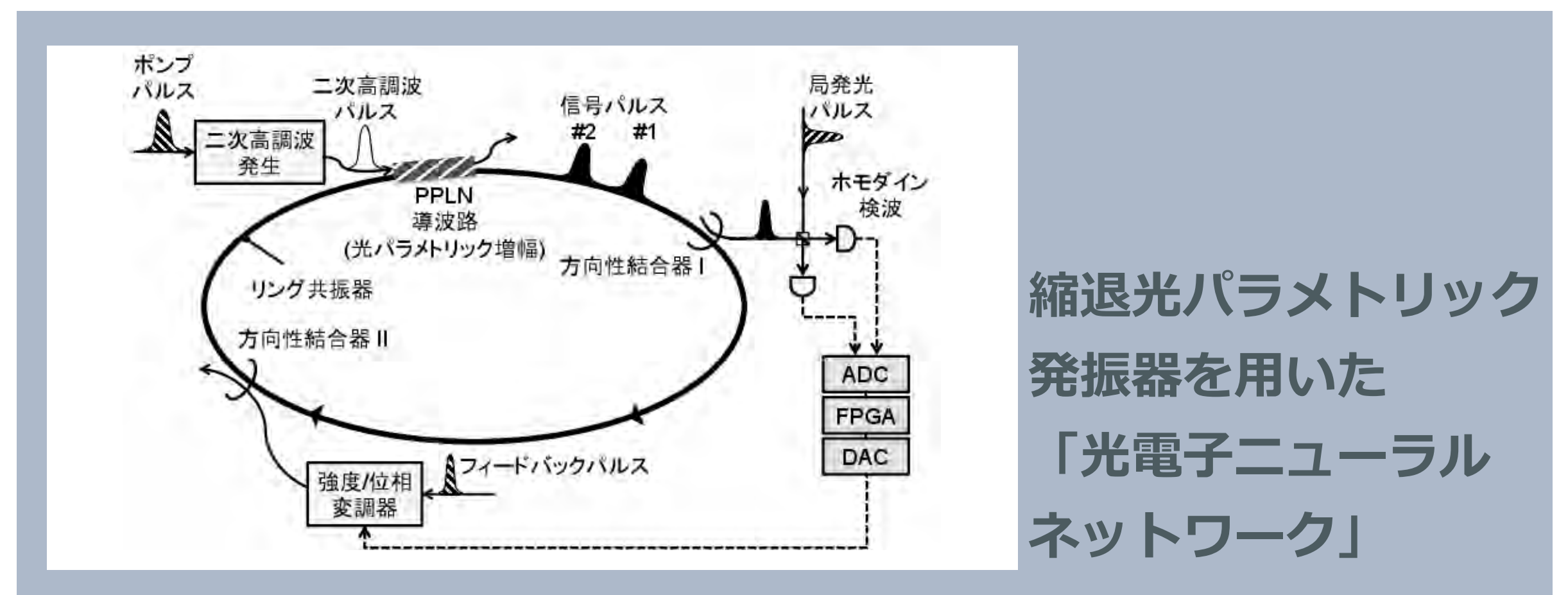
2. 非線形システム解析とリアルワールドへの応用

カオスをはじめとする複雑でありながらその背後に規則性をもつ世の中の様々な現象を、非線形動力学理論を用いて理解することを目指しています。すなわち、システムの「非線形性」に着目して数理モデルを構築し、複雑な現象を再構成し、

それを解析することにより複雑さの本質的な要因を動力的に理解することが目標です。結合振動子の同期現象、再生可能エネルギー予測、経済や地震のデータ解析などの具体的応用研究にも取り組んでいます。

3. 「光電子ニューラルネットワーク」とその最適化問題への応用

私たちは脳型情報処理と光量子計算を融合した新たな計算機のかたち「光電子ニューラルネットワーク」の数理的研究をしています。これは従来の計算機が苦手とする組み合わせ最適化問題などを高速かつ高精度に解くことを目指すもので、多くの社会課題の解決にも繋がると期待されています。



縮退光パラメトリック発振器を用いた「光電子ニューラルネットワーク」