

九州大学IMI共同利用・研究集会 (II)

解析から設計に向けたオフシェル数理科学
(Off-shell mathematical science toward system's analysis and designing)

日 時： 2022年2月22日 (火) 10:00 ~ 15:45
2022年2月24日 (木) 10:00 ~ 16:15
場 所： Zoom ミーティングによるオンライン開催
研究代表者： 佐久間弘文 (一般社団法人ドレスト光子研究起点)



※プログラムは都合により変更になる場合がありますので予めご了承ください。
最新情報はホームページをご覧ください。

2022年2月22日 (火)

9:50 ~ 10:00

開会の辞 佐久間弘文 (ドレスト光子研究起点)

セッションI：ドレスト光子研究概観

10:00 ~ 10:45

基調講演：大津元一(ドレスト光子研究起点)

演題：オフシェル科学理論のためのドレスト光子実験研究の進展

講演概要：本講演ではドレスト光子 (DP) に関する二つの本質的現象 (DP の生成とエネルギー移動) に関する実験結果を提示し、オフシェル科学理論の裏付けとして供する。前者はシリコン発光ダイオードから出射する光が複数の光子からなり、かつ全体として光子アンチバンチングの特徴を示す実験結果である。これは佐久間が開拓した DP 生成理論で裏付けられているスピン0のボゾン場に対応する。後者はファイバプローブの先端での DP 発生効率の実験結果である。これは瀬川により開発された量子ウォークモデルに基づく数値計算結果と整合しており、ファイバプローブ中の DP の自律的エネルギー移動の機構の解明に役立つと考えられる。

10:45 ~ 11:30

民間セクターからの招待講演：三宮俊 (株式会社リコー 先端技術研究所)

演題：ドレスト光子—自由光子の変換とナノ構造形成に関する考察

講演概要：光を照射しながら化学的な加工やドーパントのアニール処理を行うことで自律的な構造形成が引き起こされ、この構造形成にドレスト光子が重要な役割を果たしていることが実験的に示されている。

る。一方、このような実験状況を説明する理論は未熟であり、デバイス設計やデバイス作製条件などの観点から、実用可能な理論の構築が期待されている。本発表では、これまで検討を進めてきたドレスト光子と自由光子の変換に関わる概念モデルを、ドレスト光子を介在したナノ構造形成に適用することを、数値シミュレーションを基軸に検討する。

11:30 ~ 12:15

坂野斎（山梨大学工学部）

演題：ドレストフォトンが関わる量子的散逸構造の理論

講演概要：フォトンブリーディング製作過程 [T. Kawazoe, M. A Mueed and M. Ohtsu, Appl. Phys. B **104**, p. 747 (2011)] は、長い間発光デバイスに不向きであると信じられてきた間接遷移型半導体から発光ダイオードをつくることを可能にした。発表する理論はフォトンブリーディングデバイスからの発光を、非平衡熱力学の散逸構造の理論 [G. Nicolis and I. Prigogine, “Self-Organization in Nonequilibrium Systems”, Wiley (1977)] をモチーフに記述するものである。散逸構造は系内でのエントロピー生成と系外へのエントロピー散逸のバランスによって平衡から遠いところに現れる。量子版の散逸構造の理論構築のためには、元の理論から示唆されるように、非線形系かつ開放系を扱うが必要になる。この理論は非相対論系の電磁量子力学の作用積分から出発し、内在ベクトルポテンシャル、つまり、ドレストフォトンにより非線形性を考慮し、また、因果律と反因果律の調整、及び、ゲージ関数の調整を行うことで開放系を記述する。

12:15 ~ 13:30

昼食休憩

セッションII：量子ウォークによるドレスト光子研究、比較研究としての光合成

13:30 ~ 14:15

瀬川悦生（横浜国立大学）

演題：量子ウォークの Comfortability

講演概要：内部グラフに対して量子ウォークの打ち込みを続けることにより、そのグラフの表面から応答が得られる。この応答から、内部グラフの構造の情報を得ることができる場合がある。この研究ではさらに進んで、このグラフの量子ウォークによる「表面上の様子」だけではなく、その「内面」についても観察したい。そのための一つの手段として Comfortability という概念を導入し、量子ウォーカーが十分に時間経過したときに、どの位そのグラフに蓄積されているか、つまり、どのくらいこのグラフを居心地よく感じているかに着目する。すると、この量が量子ウォークによって誘導されるグラフのある幾何的な構造を表す量によって表現されることがわかったので、報告する。

14:15 ~ 15:00

松岡雷士(広島工業大学)

演題：ネットワーク量子ウォークモデルにおける迷路解決挙動

講演概要：量子ウォークモデルに基づくドレスト光子の自立的エネルギー移動の研究が進んでいる。本講演では迷路状に構成されたネットワーク上で時間発展させた量子ウォークが、あたかも迷路の最短経路を導き出すような挙動を示すことについて、最新の研究結果を報告する。数値計算の結果、最短経路に残留する振幅の絶対値はほぼ全て何らかの有理数で表現できることがわかっており、ネットワーク構造と対応する明確な数学的規則の存在が示唆される。

15:00 ~ 15:45

矢吹哲夫(北星学園大学経済学部)

演題：量子コヒーレンス・デコヒーレンス指標とその時間発展についての考察（光合成の研究解析に向けて）

講演概要：本講演では、1990年代にL. Mandelが提起した「Coherence and indistinguishability」を概観した後、近年研究が進んでいる「Purity of state」等の「量子コヒーレンス指標」について、独自に加えた“エントロピー指標”を含む4つの指標について行なった比較考察の結果を報告する。また、特にこの間（2020年、2021年）報告されている「Purity of state」の時間発展のシミュレーションによって見出されたその“回復”についての研究内容を紹介し、その結果について行なった考察を報告する。

2022年2月24日（木）

セッションIII：量子場理論からの様々なアプローチ

10:00 ~ 10:45

西郷甲矢人（長浜バイオ大学）

演題：圏代数としての量子場

講演概要：本講演においては、圏代数および圏上の状態の概念に基づく量子場への新しいアプローチを提起する。われわれは、量子場およびその状態を部分的に定義された対合構造をもつ「因果的な圏」の上の圏代数および状態として定義する。単に圏を用いるだけではなく圏代数と圏上の状態を用いることにより、圏論的構造としての相対性と非可換確率構造としての量子性を直接的に統合できる。代数的量子場理論や位相的量子場理論との概念的な関係性についても議論する。

10:45 ~ 11:30

岡村和弥(ドレスト光子研究起点/名古屋大学)

演題：C*-代数的量子論におけるシュレディンガー描像

講演概要：C*-代数的量子論におけるシュレディンガー描像について議論する。シュレディンガー描像では、

(系とその環境の)力学によって引き起こされる系の状態変化を扱う。ここでは、Dirac の遷移確率の概念が中心的な役割を果たします。遷移確率を用いてシュレディンガー像を圏論的に定式化する。さらに、遷移確率の理論を量子測定理論と結びつける。C*-代数的量子論における、セクター理論と整合的な量子測定の公理的アプローチは、圏論的な設定における遷移確率の良い例を与える。

11:30 ~ 12:15

廣島文生(九州大学数理学研究院)

演題：ニュートン・マクスウェル方程式を非相対論的 QED と連立させた準古典近似

講演概要：古典的な電磁場と荷電粒子の相互作用を記述する運動方程式である Newton-Maxwell equation を場の量子論の模型から準古典近似で導く。初期データ $(q, p, \forall \alpha(k))$ に対して Newton-Maxwell equation の解を $(q(t), p(t), \forall \alpha(k, t))$ とする。 $(q, p, \forall \alpha(k))$ に $(q(t), p(t), \forall \alpha(k, t))$ を対応させる写像をフローと呼ぶ。このフローを Wigner 測度を通じて導き出す。

12:15 ~ 13:30

昼食休憩

セッションIV：ドレスト光子の新理論周辺の数理研究

13:30 ~ 14:15

佐久間弘文(ドレスト光子研究起点)

演題：オフシェル物理における双対場の役割について

講演概要：「オンシェル場—オフシェル場」という対比においては、前者は「見えるもの」としての「図」、後者は「図」を「下支えする」「地」という見方が可能であると思われる。この見方は、着目する「物理系」とそれを記述する為に必須な「時空」という対比に例える事ができる。特に、相対論の文脈では、両者は相互に関わりあう、独特な“双対”関係を呈している事が知られているが、ここでは、その“双対”関係を再吟味する事で、如何なる「新たな見方」が可能であるかを議論する。

14:15 ~ 15:00

福本康秀(九州大学マス・フォア・インダストリ研究所)

Rong Zou(ハワイ大学土木・環境工学科)

演題：流体およびMHDに対するネーターの第1、第2定理と南部括弧

講演概要：変分原理において、粒子のラベル付け替え対称性に付随する保存量がトポロジカル不変量で、ネーターの定理は、理想流体と電磁流体(MHD)に対して、トポロジカル不変量はクロス・ヘリシティに限ることをいう。クロス・ヘリシティの定義は、速度場と凍結場(=渦度場)の内積の全領域にわたる体積積分である。これに対して、オイラー的位置の関数としてのラグランジュラベルの変分を用いた証明を与える。非正準ハミルトン形式では、トポロジカル不変量はカシミール(不変量)で、クロス・ヘリシティに加えて、総質量、総エントロピー、および磁気ヘリシティがカシミールである。全エネルギーをハミル

トニアンとし、4つのカシミールすべてを過不足なく用いて、理想流体およびMHDに対する南部括弧が構築できる。南部括弧から誘導されるリーポアソンプ括弧は既存のものの拡張で、クロス・ヘリシティがカシミール不変であることを自動的に保証する。また、ネーターの第2定理についても触れる。

15:00 ~ 15:45

落合啓之（九州大学マス・フォア・インダストリ研究所）

演題：ドレストフォトンの対称性とグラスマン多様体

講演概要：ドレストフォトンの対称性の記述を動機として、3つの整数パラメーター n, r, s に依存したリー群と等質空間の不変式論や軌道分解を与えた。オリジナルのドレストフォトンの場合 $(n, r, s) = (4, 2, 1)$ がその記述の応用として得られることも解説する。

15:45 ~ 16:15

総合討論