

数理解析研究所研究集会 「近可積分ハミルトン系の数理と応用」

2002 年 3 月 4 日 (月)~6 日 (水) 開催

プログラム

- 1 日目： 第 1 部：「現象と応用」
 - 13:00-13:30 小西哲郎 (名大) 研究会主旨説明およびセッション説明
 - 13:30-14:25 谷川清隆 (国立天文台) 「天体力学とハミルトン力学系」
 - 14:25-14:40 休憩
 - 14:40-15:35 戸田幹人 (奈良女子大) 「力学系の立場から化学反応論を考える」
 - 15:35-15:50 休憩
 - 15:50-16:45 伊藤秀一 (金沢大) 「近可積分系の諸問題をめぐって
- 安定性の観点から -」 (注)
- 2 日目： 第 2 部：「近可積分ハミルトン系」
 - 09:30-09:50 平田吉博 (名大) セッション説明
 - 09:50-10:45 山口喜博 (帝京大) 「標準写像のノンバーコフ軌道とトポロジカル
エントロピー」
 - 10:45-11:00 休憩
 - 11:00-11:55 黒崎暁 (立命館大) 「複素エノン写像における不変円」
 - 11:55-13:30 お昼休み
 - 13:30-14:25 篠原晋 (早稲田大) 「ノンツイスト・ハミルトン系における
不変トーラスの崩壊」
 - 14:25-14:40 休憩
 - 14:40-15:35 後藤振一郎 (名大) 「ハミルトン系に対するくりこみの方法と
運動の簡約」
 - 15:35-15:50 休憩
 - 15:50-16:45 上野嘉夫 (京大) 「Birkhoff-Gustavson 正規形変換の逆問題を
巡って」
- 3 日目： 第 3 部：「力学系理論、可積分系、および、まとめ」
 - 09:30-09:50 梅野健 (通総研) セッション説明
 - 09:50-10:45 首藤啓 (東京都立大) 「近可積分ハミルトン系における
古典量子化条件について」 (注)
 - 10:45-11:00 休憩
 - 11:00-11:55 矢ヶ崎一幸 (岐阜大) 「サドル・センターを有するハミルトン系における
可積分性へのガロア的障壁, メルニコフ関数
およびアーノルド拡散型現象」
 - 11:55-13:30 お昼休み
 - 13:30-14:25 近藤弘一 (阪大) 「離散系の可積分性とその応用 (仮題)」
 - 14:25-14:40 休憩
 - 14:40-15:35 梅野健 (通総研) 「決定論的拡散のルベーグスペクトル解析」
 - 15:35-15:50 休憩
 - 15:50-16:10 山口義幸 (京大) 全体セッション

伊藤氏は本来2日目のセッションに入るべきところですが、日程の都合上初日になりました。また、首藤氏は本来初日のセッションに入るべきところですが、日程の都合上3日目になりました。

主旨

この研究集会の主題は、ハミルトン力学系、特に、近可積分ハミルトン系(以下、近可積分系)と呼ばれる、可積分ハミルトン系に弱い摂動が加わった系である。式で書けば、正準変数 (I, φ) で書かれ、微小パラメタ ε を持つハミルトニアンが

$$H(I, \varphi) = H_0(I) + \varepsilon H_1(I, \varphi; \varepsilon) \quad , \quad |\varepsilon| \ll 1$$

となる系である。このクラスの系は例外を除けば非可積分であり、その軌道は初期条件によってはカオスの性質を示す。しかしながら、可積分系に近いので、カオスと言っても時間的(多自由度のときには空間的)相関を強く残すことも多く、また、摂動を受ける元の可積分系 H_0 の性質を元に理解可能な部分も多い。これらの点で、近可積分系の研究は、カオスの研究の中でも特別な位置を占めている。

近可積分系	可積分系	(非可積分性)
Poincaré - Birkhoff (1913) Kolmogolov-Arnold-Moser (1954)	Kowalevski(1889)	Poincaré (1890) (積分の非存在)
Arnold diffusion (1964)	Fermi - Pasta - Ulam(1950?) Arnold (1963) (不変集合がトーラス)	Henon-Heiles (1964)
Nekhoroshev(1977)	戸田格子 (1974) ソリトン理論 (1970s-80s-...) Painlevé analysis	(特異点解析による 可積分性の判定) (Ziglin, Yoshida,...) (1983)

Table 1: ハミルトン系の研究の経緯概略 (非網羅的)

研究集会は次の3つのセッションによる構成にした：

- 第1部：現象、応用

- 第2部：近可積分ハミルトン系
- 第3部：可積分系、力学系理論

近可積分ハミルトン系は、定義からすれば「可積分系に摂動を加えたもの」であるが、研究の歴史としては、「可積分系の研究が出来上がってから近可積分系に話が進んだ」わけではない。例えば、近可積分系での基本的な定理の一つである Kolmogorov-Arnold-Moser の定理は、可積分系での基本的な定理の一つである Liouville-Arnold の定理よりも 10 年近く前に発表されている、といったように、近可積分系の研究の方が先行していった部分もある。また逆に、1970 年代以降の可積分系研究の進展は、近可積分系のその後の研究にはまだあまり反映されていないようである。

世話人

山口義幸（京大情報）、梅野健（独立行政法人・通総研）、平田吉博（名大理）、小西哲郎（名大理）

第1部「現象、応用」セッション

近年の近可積分系の研究は数理的関心に動機づけられて進められている事が多いが、多彩な自然現象の中に近可積分系が関わっているものを見出せば更に興味深い進展があると考えられる。また、応用を考えることは、他分野との交流のきっかけともなる重要な切口である。今回の研究集会では、天体力学、化学反応系、および量子系（量子カオス）のそれぞれ講演を依頼した。それぞれの講演者には、講演の中で近可積分研究に対しての注文（すなわち、どんなことが分かってくれとありがたいか）も述べてもらうことにした。

天体力学は、力学研究のふるさとである。太陽系での惑星の運動自体が近可積分系の問題と考えられ、いまも活発に研究が進んでいる。化学反応は、従来は統計則を仮定した議論が主だったが、反応のダイナミクスの詳細を理解しなければいけない現象が知られるに至り、非線形動力学の概念を用いた研究が展開されているところである。また、近可積分系に対応する量子系の振舞いは量子カオスの一部として独立な研究の対象となっているが、ここではその量子カオスの現在の話題も紹介してもらった。

（担当世話人：名古屋大・小西哲郎¹）

¹tkonishi@allegro.phys.nagoya-u.ac.jp, <http://jegog.phys.nagoya-u.ac.jp/~tkonishi/research/>