

第 64 回原子核三者若手夏の学校
ポスターセッション概要集
2018 年 8 月 6 日 (月) — 8 月 11 日 (土)
@ (千葉県) 白子温泉 ホテル ニュー・カネイ

1 2018 年 8 月 7 日 (火) ポスターセッション

1.1 松本 祥 (総合研究大学院大学 高エネルギー加速器科学研究科 素粒子原子核専攻)

「超弦理論の定式化としての行列模型」

超弦理論の非摂動的定式化とされている行列模型について簡単に解説する。超弦理論と行列模型はどのように対応しているのか、行列模型の解析から何がわかるのか、などについてまとめる。

1.2 青木 俊紘 (総研大& KEK 弦理論・場の量子論)

「ローレンツ型 IIB 行列模型における初期宇宙の時空構造」

IIB 行列模型は、超弦理論の非摂動的定式化として提唱された。特にローレンツ型の場合に対しては、数値シミュレーションの結果、(3+1) 次元の膨張宇宙の創発を示唆されている。そこで本研究では、数値シミュレーションで生成した行列を用いて、時空構造を詳細に解析した。その結果、膨張が起こっている時間領域では、3 次元空間を表す行列が、パウリ行列に近い構造を持つことがわかった。このような特異な構造から、どのようにして連続的な時空が得られるかについて議論する。

1.3 芥川 哲也 (大阪大学 素粒子論研究室)

「Phase diagram of QCD chaos」

QCD の低エネルギー有効理論として、1 フレーバーのメソンを記述する線形シグマ模型が知られている。この模型で古典極限を取ると場の時間発展がカオス的な振る舞いをする。この研究では線形シグマ模型に含まれるパラメータとカオスの関係を調べ、相図として描写した。一般にはカオスはポテンシャルの鞍点と深い関わりを持つことが知られているが、相図を用いた解析の結果、線形シグマ模型のカオスはポテンシャルの極大点と深い関わりを持つことを発見した。

1.4 畠山 洸太 (静岡大学 土屋研究室)

「Large-N volume independence on group manifolds」

arXiv:0912.1456 において、元の理論を 0 次元に還元することで得られる行列模型により群多様体上のラージ N ゲージ理論が実現されるという意味で、群多様体上のラージ N 還元が成立することが示された。本発表では、上記の主張を一般化し、群多様体上のラージ N ゲージ理論が元の理論を商空間へ還元して得られる理論と等価になることを示す。これは、ラージ N ゲージ理論が体積に依らなくなる平坦な空間上のラージ N 還元と類似の主張である。

1.5 宮脇 渉太 (大阪大学 素粒子論研究室)

「共形場理論における相関関数と AdS/CFT 対応」

AdS/CFT 対応の根幹である、GKP-Witten 処方を用いてスカラー場の相関関数などを計算する。

1.6 池田 一毅 (大阪大学 素粒子理論)

TBA

TBA

1.7 嶋田 圭吾 (早稲田大学 前田研究室)

「計量アフィン幾何におけるスカラーテンソル重力理論」

本講演では、計量と接続を独立に扱う計量アフィン幾何においてスカラーテンソル重力理論の構築を行った。一般相対性理論の特色は時空の記述をリーマン幾何に当てはめたことである。曲がった幾何において、重要となるのは計量と接続であり、リーマン幾何はこれに非振率と計量仮説を課している。ここで接続に掛けた条件を緩め、接続を任意にした幾何を計量アフィン幾何と呼び、本講演ではこの幾何におけるスカラーテンソル理論を考える。まず一般相対性理論において内包されている接続に関する射影変換が、拡張された理論でも存在すると仮定すると、一般的なガリレオン項やスカラー場と曲率との非最小結合は射影変換の下で不変であることを見つけた。また、この作用をリーマン幾何に有効的に焼き直すと DHOST 理論の一部となっており、DHOST 理論は幾何的な描像を持ち得ると言える。以上に加え、二つの幾何におけるディラック粒子の振る舞いの違いについても議論する。[1] K.Aoki, K.Shimada, arXiv:1806.02589

1.8 秋山 進一郎 (筑波大学大学院数理物質科学研究科 素粒子理論研究室)

「格子ゲージ理論への応用に向けたテンソルネットワークアルゴリズムの基礎」

テンソルネットワークアルゴリズムでは、理論の分配関数をテンソルの縮約で記述し、「テンソルの粗視化」を逐次実行することで、分配関数そのものを高い精度で評価することができる（作用の実、複素は問わない）。この手法を場の理論へ応用するには、格子に定義された場の理論を経由するのが有力である。本ポスター発表では、諸文献等では省略されがちなテンソルネットワーク表示の導出方法を丁寧に解説する。また、系統的な「テンソルの粗視化」の方法論はしばしば「テンソル繰り込み群」と呼ばれるが、「繰り込み群」の名を冠しているものの、場の理論で馴染みのある（Wilson 流の）繰り込み群とはその様相が大きく異なっている。そこで、本発表では通常の繰り込み群との対比を意識しながら、テンソルの系統的な粗視化の手続きを解説する。最後に、高次元の格子ゲージ理論に対するテンソルネットワークアルゴリズムの応用に向けた取り組みの現状を報告する。

1.9 川井 直樹 (大阪大学 素粒子論研究室)

「Anomalies and fermion zero modes on domain walls (review)」

Gauge anomaly があると理論が破綻するため、anomaly は打ち消されていることが重要である。その gauge anomaly の cancellation の一つの方法として提案された Callan-Harvey mechanism について紹介

する。

1.10 松本 雅巳 (静岡大学 土屋素粒子論研究室)

「共形場理論による ϵ 展開 (review)」

臨界現象における臨界指数の普遍性を説明するのに有力なのがスカラー場の量子論をくりこみ群を用いて解析する方法である。次元が $d = 4 - \epsilon$ の Euclid 空間にある質量ゼロのスカラー場の ϕ -4 理論をくりこみ群で解析すると、Wilson-Fisher 固定点が見つかる。固定点直上では相関関数がスケール不変になり、固定点を臨界点とみなせば、臨界指数を γ 関数 (場の強さのくりこみをくりこみスケールで微分して無次元化した関数) の Wilson-Fisher 固定点での値で表すことができる。 γ 関数の固定点での値の ϵ 展開は Feynman 図を用いた摂動計算で求めることができるが、共形場理論を用いてより簡単な計算で求める方法が 2015 年に Rychkov と Tan によって発表され、摂動計算による結果と一致することが示された。この論文 (arXiv:1505.00963v3) を中心に共形場理論による ϵ 展開をレビューする。

1.11 松木 義幸 (大阪大学 素粒子論研究室)

「APS index from the DW fermion Dirac operator (review)」

APS 指数定理はトポロジカル物質の表面状態を理解するためにとても重要である。しかしこの定理は数学的なセットアップに基づいており、物理系へ直接応用しにくい。そこで今回の発表では、物理の人に親しみやすい形へと再構築する方法を紹介する。

1.12 渡辺 展正 (筑波大学 素粒子理論研究室)

「数値解析の側面から見た BMN 行列模型」

BFSS 行列模型と呼ばれる 1 次元超対称量子力学モデルは、M 理論の厳密な定式化を与えていると予想されている。そこで BFSS 行列模型は、この模型に質量パラメータを導入して拡張した BMN 模型とともに解析が進められている。両模型は力学変数が有限自由度の行列で記述されていることから計算機上で数値的に解析することが可能であり、格子ゲージ理論のように非摂動効果の数値解析が実行できる強みがある。本発表では、2 つの行列模型が持つ基本的な性質や数値計算手法等の基礎的な部分について説明し、現在取り組んでいる BMN 行列模型の弱結合領域での数値解析結果について紹介する。さらに BMN 行列模型について、今後の研究課題である強結合領域でのゲージ/重力双対性の検証や、各結合領域での相転移現象の探索などについても紹介する予定である。

1.13 足立 宏幸 (筑波大学 素粒子理論研究室)

「エンタングルメントエントロピーと AdS/CFT 対応 (review)」

エンタングルメントエントロピーは、量子系のもつれ度合いを表す量であり、量子多体系の性質を反映する重要な物理量である。しかし、一般の量子系でのエンタングルメントエントロピーを直接求めることは困難である。そこで、ブラックホールのエントロピーに着想を得た手法として、AdS/CFT 対応を用いてエンタングルメントエントロピーを計算する方法が提案された。本ポスターでは、AdS/CFT 対応を用いて量子共形場理論のエンタングルメントエントロピーを計算する手法をレビューする。d+1 次元の共形場理論のエンタング

ルメントエントロピーは、 $d+2$ 次元の反ドシッター時空内の d 次元 minimal surface の面積と対応することを議論し、その物理的な意味を考察する。特に、エンタングルメントエントロピーを直接計算することができる2次元共形場理論に焦点を当て、AdS/CFT 対応を用いて得られる結果と比較する。

1.14 住本 尚之 (大阪大学 素粒子論研究室)

「弦理論と量子重力」

量子重力を含む統一理論と言われる超弦理論に関して、量子重力をどういった形で含んだ理論であるかという観点でみていく。

1.15 大川 瞭 (大阪市立大学 素粒子論研究室)

「Scalar and tensor fluctuations during Inflation (review)」

インフレーションとは初期宇宙における指数関数的な宇宙膨張のことである。良く知られているビッグバン宇宙モデルは一樣な宇宙膨張、宇宙マイクロ波背景放射 (CMB) や軽元素 (H、He、Li) の存在量などの観測事実を説明できる。しかし、ビッグバン宇宙モデルには地平線問題や平坦性問題といった困難がある。これを解決するのがインフレーション宇宙モデルである。このモデルでは上記の問題を解決できるだけでなく、銀河や銀河団などの大規模構造の密度揺らぎ・曲率揺らぎの起源を量子論的に与えてくれる。本 review では上記の問題の解決策および密度揺らぎ・曲率揺らぎについて議論する。

1.16 今泉 恵太 (東京工業大学 素粒子論研究室)

「AdS/CFT 対応を用いた Wilson loop の評価 (review)」

AdS/CFT 対応とは、ゲージ理論と重力理論という全く別の理論がある適当な条件の下で等価であるという考えである。この考えは 1997 年に Maldacena によって提唱され、ここでは $N=4$ 超対称ゲージ理論 (CFT) と $AdS_5 \times S^5$ 時空上の type IIB 超弦理論 (AdS) の間の関係が示されていた。AdS/CFT 対応の利点の一つは、一方の理論が強結合のとき、もう片方は弱結合になるという性質であり、これによりゲージ理論側の強結合領域が重力側の弱結合領域に対応する。さらに弱結合の重力理論は古典的な値で評価でき、したがって AdS/CFT 対応を用いると量子論の計算を古典論の簡単な計算に置き換えることができる。今回の発表では、この AdS/CFT 対応を用いた具体的な計算例の一つである Wilson loop の真空期待値の計算を行う。その結果強結合領域のクォーク・反クォーク間のポテンシャルを弦の古典的な配位から計算でき、かつその結果には非摂動的な効果が含まれていることを見る。

1.17 矢田貝 祥貴 (大阪市立大学 素粒子論研究室)

「Electroweak symmetry breaking and fermion masses from extra dimensions (review)」

高次元の超対称性のない orbifold モデルを扱う。このモデルではヒッグス場がゲージ場の余剰成分と同一視される。まず、モデルの構成で障害となる湯川結合定数とヒッグスポテンシャルについて議論する。ここでは、局在化した matter フェルミオンを考え、bulk フェルミオンと結合させる。そこから tree-level で局在化しない湯川相互作用とヒッグスポテンシャルの量子補正が得られる。一般的な高次元モデルの性質は5次元の例を通して見ることができる。最後に、トップとヒッグスの質量について議論する。ここでは局在化したゲ

ジ場の運動項を加える。

1.18 羽山 徹 (筑波大学 素粒子理論研究室)

「階層性問題と超対称性 (review)」

現在、標準理論では $SU(2) \times U(1)$ ゲージ理論に自発的対称性の破れ (Higgs 機構) を用いることで弱ゲージ粒子の質量を記述している。しかし Higgs 機構は階層性問題を抱えており、結合定数の fine tuning が必要になっている。現在様々な解決方法が模索されているが、今回は超対称性を用いた階層性問題の解消に焦点を当てて、階層性問題が解消されるメカニズムに関してまとめ、発表する。

1.19 林 靖宏 (名古屋大学大学院 素粒子論研究室)

「バリオン励起状態のゲージ・重力対応に基づく解析」

我々はゲージ・重力対応に基づくハドロンの記述を試みる。特に、バリオン励起状態に着目し、この観点から十分な議論がなされていない弦的描像として D4/D8 模型を採用する。また、平坦時空中の弦を扱うような極限における模型の解析後、時空の曲がり、RR フラックス、弦同士の相互作用から生じる寄与を調べることでバリオン励起状態の理解を目指す。メソン励起状態の議論は既になされているため、本研究ではバリオン励起状態に着目する。本発表は同研究室の荻野氏との共同研究に基づくため、口頭発表にて触れられなかった部分を含め、より詳細に触れて発表を行う予定である。

1.20 森 真輝人 (大阪大学 素粒子論研究室)

「カイラル対称性を持った格子上のフェルミオンとその応用 (review)」

格子上の場の理論とは連続な時空を離散的な格子点で近似しそのうえで場の量子論を考える理論である。連続理論のフェルミオンの作用を格子化 (離散化) すると連続理論にはなかった余分な自由度が表れてしまう。これをダブラーと呼ぶ。ニールセン・二宮の定理によると格子フェルミオンがカイラル対称性などのいくつかの仮定を満たすと必ずダブラーが生じてしまう。これを解消するために様々な格子フェルミオンが提唱されてきた。そのなかでもカイラル対称性を保つ格子フェルミオンがドメインウォールフェルミオンである。ドメインウォールフェルミオンは 5 次元のフェルミオンでその 4 次元超平面にカイラルフェルミオンを局在させるものである。本ポスター発表ではドメインウォールフェルミオンの定式化から始まりどのようにダブラーが回避されカイラル対称性が実現されているかをみる。余裕があればさらにドメインウォールフェルミオンの応用例も話したい。

1.21 長谷川 拓哉 (総研大 (KEK) 宇宙グループ)

「Hadronic decay effects on the possible reheating temperature」

本研究では、宇宙の熱史における最高温度に対応する再加熱温度に対して、ビッグバン元素合成の理論と観測の比較から制限を与えることが目的である。特に、先行研究では考慮されていない Inflaton が Hadronic decay を起こす場合の影響を議論し、再加熱温度に対する新しい制限を得た。

1.22 村上 智紀 (東京大学大学院 小沢研究室)

「J-PARC における中間子質量変化に関する研究」

陽子や中性子などハドロンはカイラル対称性の自発的破れによりその質量の殆どを得ると考えられているが、その詳細は未だわかっていない。カイラル対称性は有限密度中で一部回復することが示唆されているが、その実験的証拠は未発見である。そこで本実験ではベクターメソンの原子核密度中での質量分布の変化を測定し、QCD の真空構造、ハドロン構造に関する知見をあたえることを目的としている。先行実験では、KEK-PS E325 実験において各種メソンの電子・陽電子対崩壊を用いて、原子核密度中でのベクターメソンの質量分布の変化を観測した。しかし中間子質量分布変化の系統的な回析を行って決定的な証拠を与えるには、統計が不足している。そこで現在はさらなる高精度・高統計実験である J-PARC E16 実験を準備中である。これにより質量変化の標的原子核サイズへの依存性や中間子の運動量への依存性を系統的に調べることができる。この発表では E16 実験について紹介する。

1.23 内田 祥紀 (名古屋大学 素粒子論研究室)

「Symmetry and geometry in generalized Higgs sector」

We formulate a generalization of Higgs effective field theory (HEFT) to include arbitrary number of extra neutral and charged Higgs bosons. The relationship between the finiteness of the electroweak oblique corrections and the perturbative unitarity of the scattering amplitudes involving the Higgs bosons and the longitudinal gauge bosons is clarified in this setup: we verify that once the tree level unitarity is ensured, then oblique parameters' one-loop finiteness is automatically guaranteed. We also obtain formulas which relates the coefficients of the S and U parameter divergences with the scattering amplitudes which can be measured in future collider experiments. These relations give us new prospects when we formulate the strategy of model-building.

1.24 平尾 魁梧 (東京大学 素論研)

「gut について (review)」

Paul Langacker の physics reports (grand unified theories and proton decay) の主に 3 章の内容をまとめて関連する論文への言及も含め発表します。gut の基本的な考え方が中心になります。

1.25 石橋 啓一 (大阪市立大学 数理物理研究室)

「4次元 N=4 Super Yang-Mills 理論における half BPS circular Wilson loop (review)」

Wilson loop はゲージ群の表現、つまりヤング図で特徴づけられ、ゲージ場の理論の位相的な性質を知るための鍵となる物理量である。N=4 SYM 理論では、局所化の方法によって 1/2 BPS 円形ウィルソンループの真空期待値は行列模型を用いて計算できる。これは任意の表現について厳密に積分が実行されており、真空期待値の母関数はある行列式で書ける [B. Fiol, G. Torrents JHEP2014]。また、N=4 SYM 理論は D3 ブレーンの低エネルギー有効理論であるが、古典重力理論に対応する 't Hooft 極限 (planar 極限) の下で、1/2 BPS 円形ウィルソンループはタイプ IIB 理論の D3 ブレーンおよび D5 ブレーンのある配位と対応する [J.

Gomis, F. Passerini JHEP2006]. 本発表ではこれらの内容を具体的に解説する。

1.26 武田 潤 (筑波大学 素粒子理論研究室)

「非臨界次元の弦理論 (review)」

量子化された弦理論を考えようとするとき、まず考えられるのは Polyakov 作用の経路積分量子化であろう。特に臨界次元 (Bosonic string なら 26 次元) における Polyakov 作用は、よく研究されてきた。しかし、特定の次元、例えば四次元時空上で Polyakov 作用を同様に量子化しようとする、うまく量子化できないことも知られている。一方で、一般の次元の弦を量子化する手法として、“Effective string theory” という方法が存在する。この手法を用いれば、摂動論的ではあるものの、例えば二次元や四次元上の量子化された弦の性質を調べることができる。今回は、この Effective string theory の手法がどのようなものであるかに焦点を当てレビューする。

1.27 居石 直久 (名古屋大学 理学研究科 E 研)

「量子論におけるリサージェンスと非摂動効果」

量子論において一般の物理量は Feynman diagram に基づく摂動論を用いて計算される。しかしそのようにして得られた摂動級数は一般に漸近級数となり、収束半径が 0 の級数となる。従ってある次数で摂動論は必ず破綻する。また、従来の理論では摂動寄与と非摂動寄与は独立なもので、非摂動寄与は instanton 計算のように非自明な background で path integral を行う必要がある。本研究のテーマである Resurgence 理論は漸近級数である摂動級数を意味のある級数にするだけでなく、独立であると思われていた摂動寄与と非摂動寄与が関連しあっていることを導くことを示唆する。この研究では未だ未知の部分が多い Resurgence 理論についていくつかの量子力学模型で具体的な計算を行いつつその構造の解析を行った。

1.28 前海 真志 (名古屋大学 素粒子論研究室)

「The correlation functions of Exactly Marginal operator from AdS/CFT」

共形場理論において、理論の対称性を壊さない exactly marginal 変形という理論の変形が存在する。私たちの研究目的は、この変形を生成する exactly marginal operator が満たす性質を、対応する AdS 重力理論で確かめることである。そしてその性質が成り立つ理由について、AdS 側から新たな考察を加えることである。この exactly marginal operator が満たす性質とは、その多点相関関数が contact term しか許されないという強い性質である。それは多点相関関数に non-local な寄与が存在しないことを意味する。私たちは AdS 側においてこの性質を 3 5 点関数について確かめ、その過程で多点相関関数が contact term しか許されない理由を考察した。また contact term しか許されないことの一般的な証明についても議論しているところである。

1.29 太田 敏博 (大阪大学 素粒子論研究室)

「D ブレーンの高次元運動による QCD カオス」

ある場の量子論に対してそのカオスを測ることは、おおざっぱに言ってその場の量子論がどれくらい複雑であるかを測ることに対応する。ところが通常のカオス理論によると、カオスの度合いを測る指標であるリアプノフ指数は古典的な力学変数にのみ定義されるため、場の量子論の量子的な量に対してカオスを測ることは困

難である。そこで我々は D ブレーンを用いてホログラフィック QCD 模型を構成し、AdS/CFT 対応により現実の QCD に近い模型でそのカオスを特徴付けることに成功した。さらに、現実の QCD がどれくらい複雑なのかをより詳しく調べると、カラーの数および結合定数のいずれも小さい方が QCD のカオスの度合いは大きくなるということが判明した。

1.30 森 崇人 (総合研究大学院大学 素粒子原子核専攻)

「Hawking radiation from AdS black holes (review)」

asymptotically AdS black hole (BH) の Hartle-Hawking-like states の QFT を議論する。hep-th:0911.4144 の review を行う。

1.31 中村 幸輝 (名古屋大学大学院理学研究科 クォーク・ハドロン理論研究室)

「相対論的流体模型に基づく quark gluon plasma の現象論的解析」

重イオン衝突実験の発展により、実験的に Quark Gluon Plasma 相の存在が確かめられた。これにより、実験的に QGP は粘性の小さい完全流体のように振舞うことが確認された。これにより、QGP 相では相対論的な流体として時空間の発展を扱う現象論的モデルが一部成功を取めた。ここでは、この相対論的流体模型に基づく解析が実際にどのように行われているかについて概説し、今後の展望も交えつつ議論する。

1.32 四方 悠貴 (京都大学理学研究科 原子核理論研究室)

「 ^{10}Be における low-energy dipole 励起モード」

本研究では、我々は low-energy dipole(LED) とクラスター構造との関係を明らかにするため、 ^{10}Be における LED 励起をクラスター模型を用いて研究した。励起モードを解析するために渦的、圧縮型、E1 の三つのモードに対応する双極子演算子を用いて遷移強度を計算し、状態を分類した。その結果、約 15 MeV までの低エネルギー領域にいくつかの強い LED 励起強度を持った状態が得られた。渦的演算子による強度が強い状態を遷移カレントを用いて解析したところ、「トロイダルモード」が出現した。さらに、我々はこの研究で、トロイダルモードが変形した ^6He クラスターが回転することにより生じるという新しい解釈を与えた。また、圧縮型演算子による強度が強い状態を解析したところ、 $^6\text{He} + \alpha$ クラスター共鳴状態であることを明らかにした。つまり、中性子過剰核においてもクラスター励起による ISD 遷移強度のエンハンスが起こる事を明らかにした。

1.33 新延 弘章 (名古屋大学 理学研究科)

「Heavy quark symmetry を用いた heavy meson の解析」

6 種類の quark のうち質量の大きい c, b, t quark を heavy quark と呼び、その他の軽い quark を light quark と呼ぶ。c または b quark 一個と light quark 一個を含んだ meson は heavy meson と呼ばれ、heavy meson などの heavy quark を一個含んだ hadron は heavy meson の質量が大きいことによる heavy quark symmetry という近似的な対称性をもつ。heavy meson に対する heavy quark symmetry と chiral symmetry を課した有効理論を用いた研究としては、Bardeen, Eichten, Hill の 2003 年の論文 ”Chiral multiplets of heavy-light mesons” (PHYSICAL REVIEW D68, 054024) があるが、この論文の予言する理論値と現代

の最新の実験値はそのままでは合わせる事ができない。このポスター発表では、さらにこの二つの対称性を尊重した新しい項を加えて実験結果の再現を試み、また heavy quark symmetry の破れの効果について議論する。

1.34 島田 哲朗 (東京工業大学 中村研究室)

「中性子過剰非束縛核 $30F$ の探索」

陽子数 $Z=10-12$ 、中性子数 $N=20$ の領域は「逆転の島」と呼ばれ、 $N=20$ の魔法数が消失し、原子核の基底状態が大きく変形する。この領域がどこまで広がっているのかに興味を持たれているが、「逆転の島」の南側の原子核は非常に中性子過剰で生成が困難であるため実験データは少ない。また、この領域では酸素ドリップライン異常も見られる。これは陽子数が増えると、中性子ドリップラインが急激に変化する現象であり、三体力が重要であると示唆されている。これらの核構造の変化を明らかにするためにも、この領域の分光実験が求められている。我々は不変質量法を用いることにより $30F$ の基底状態および低励起状態の探索を行った。実験は理化学研究所の RIBF で行われた。 $31Ne$ ビームを炭素標的に入射し、一陽子分離反応により $30F$ を生成し、その崩壊で放出される $29F$ と中性子を同時検出する。本講演ではその解析結果を報告する。

1.35 三木 晴瑠 (東京工業大学 中村研究室)

「荷電交換反応を用いた中性子過剰非束縛核の研究」

酸素同位体からフッ素同位体へ陽子数が $Z=8$ から 9 に一つ増えると、中性子ドリップラインが $N=16$ から $N=22$ に急激に変化する現象がある。これは酸素ドリップライン異常と呼ばれ三体力の影響が示唆されている。この酸素ドリップライン異常に象徴される核構造の変化を明らかにするためにも、この領域の中性子過剰核の分光実験が求められている。二重魔法数核の候補である $28O$ の近傍に位置している $28Ne$ に関する実験を行った。 $28Ne$ の研究により $28O$ の核構造についての知見が得られると期待される。不変質量法を用いることにより $28Ne$ の基底状態および低励起状態の探索を行った。実験は理化学研究所の RIBF で行われた。核子あたり 345 MeV の $48Ca$ ビームを Be 標的に入射し、 $28Ne$ を得る。非束縛核 $28Ne$ の崩壊で放出される $27F$ と中性子を超伝導双極磁石、入射ビーム検出器、荷電粒子検出器、中性子検出器からなる超伝導大口径スペクトルメータ SAMURAI により同時検出した。本講演では実験データの解析結果を報告する。