

Title	場の理論と物性論における位相的ソリトン
Sub Title	Topological solitons in field theory and condensed matter theory
Author	新田, 宗土(Nitta, Muneto)
Publisher	
Publication year	2013
Jtitle	科学研究費補助金研究成果報告書 (2012. )
JaLC DOI	
Abstract	場の理論や物性論に現れる位相的ソリトン, 特に渦についての研究を行った。場の理論においては, 超対称ゲージ理論におけるBPS渦やBPSソリトンを調べた。閉じ込められたモノポールの構成や渦の数え上げを行った。また, 高密度QCDにおける非アーベリアン渦の性質, 特に電磁応答やフェルミオン励起, 非可換統計を調べた。物性論においては, ボース・アインシュタイン凝縮における渦や, 特に渦とドメイン壁の対消滅を調べた。また, 渦の内部に局在したマヨラナ・フェルミオンによる非可換統計を調べた。さらに, フェルミオン凝縮の新しい自己無頓着解を求めた。
Notes	研究種目: 若手研究(B) 研究期間: 2011~2012 課題番号: 23740198 研究分野: 数物系化学 科研費の分科・細目: 物理学, 素粒子・原子核・宇宙線・宇宙物理
Genre	Research Paper
URL	<a href="https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KAKEN_23740198seika">https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KAKEN_23740198seika</a>

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

## 科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 7 日現在

機関番号：32612

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2011～2012

課題番号：23740198

研究課題名（和文） 場の理論と物性論における位相的ソリトン

研究課題名（英文） Topological Solitons in Field Theory and Condensed Matter Theory

研究代表者

新田 宗土 (NITTA MUNETO)

慶應義塾大学・商学部・准教授

研究者番号：60433736

研究成果の概要（和文）：場の理論や物性論に現れる位相的ソリトン，特に渦についての研究を行った。場の理論においては，超対称ゲージ理論における BPS 渦や BPS ソリトンを調べた。閉じ込められたモノポールの構成や渦の数え上げを行った。また，高密度 QCD における非アーベリアン渦の性質，特に電磁応答やフェルミオン励起，非可換統計を調べた。物性論においては，ボース・アインシュタイン凝縮における渦や，特に渦とドメイン壁の接合やドメイン壁の対消滅調べた。また，渦の内部に局在したマヨラナ・フェルミオンによる非可換統計を調べた。さらに，フェルミオン凝縮の新しい自己無頓着解を求めた。

研究成果の概要（英文）：I have studied topological solitons in particular vortices appearing in field theory and condensed matter theory. In field theory, I have investigated BPS vortices and BPS solitons. I have constructed confined monopoles, and have performed counting vortices. In high density QCD, I have studied properties of non-Abelian vortices, in particular to electromagnetic response, fermion excitations, and non-Abelian statistics. In condensed matter theory, I have studied vortices in Bose-Einstein condensates, junction of vortices and domain wall, and pair annihilations of a domain wall and an anti-domain wall. I have also studied non-Abelian statistics due to Majorana fermions localized on cores of vortices. Moreover, I have constructed new self-consistent solutions of fermion condensates.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：物理学，素粒子・原子核・宇宙線・宇宙物理

キーワード：位相的ソリトン，渦，インスタントン，超対称ゲージ理論，高密度 QCD，ボース・アインシュタイン凝縮・超伝導，非可換統計，マヨラナ・フェルミオン

### 1. 研究開始当初の背景

場の理論，特に超対称場の理論において渦などの位相的ソリトンの重要性が増してきた。また，物性論においても，超伝導体や超流動体における渦の重要性が増してきた。

強い相互作用の閉じ込めの問題は物理学において，長年の懸案の課題である。クォークがカラー電束によって閉じ込められる機

構の双対な模型として，モノポールが磁束つまりボーテックスによって閉じ込められるという南部のアイデアが昔からあった。ここ数年で，超対称ゲージ理論では，それがある程度正当化できることがわかってきた。これまで，ゲージ群が  $U(N)$  の超対称ゲージ理論において，モノポールが  $U(N)$  の非アーベリアン渦で閉じ込められることは知られていた。

次に、QCD は高密度の極限で、クォークがペアを組んで凝縮し、カラー超伝導状態になるということがわかっている。ここでは、カラー超伝導であると同時に、超流動にもなっている。そこでは、回転への応答として、非アーベリアン渦が存在する。

## 2. 研究の目的

様々な系に現れる位相的ソリトンや渦の共通の性質を探る。場の理論で得られた知見を物性論に生かし、また逆に物性論で得られた知見を場の理論に生かす。

## 3. 研究の方法

位相幾何学や場の理論の手法を用いて、位相的ソリトンや渦の性質を調べる。場の理論においては、超対称場の理論と高密度QCDに着目する。高密度QCDにおいて、クォークの自由度から記述するには、ボゴリューボフ・ドジャン BdG 方程式を解く。物性論においては、ボースアインシュタイン凝縮と、フェルミオン凝縮に着目する。

## 4. 研究成果

最初に場の理論における位相的ソリトンについて述べる。

(1) ゲージ群が  $S_0$ ,  $U\text{Sp}$  群の場合に、モノポールが非アーベリアン渦に閉じ込められる解を構成した。(2) オービフォールド  $C/Z_n$  という特異点のある空間の上で、 $U(N)$  の非アーベリアン渦の構成とを議論した。渦度が  $n$  以下のものは、特異点に捕らわれたフラクショナル渦となっており、丁度  $n$  になると特異点から外れて外に出れることなどがわかった。また、散乱のダイナミクスも議論した。(3) 非アーベリアン渦のモジュライ空間の計量は、渦が十分に離れている場合に以前求めた。これを用いて、モジュライ近似を用いて非アーベリアン渦の低エネルギー散乱を詳しく調べた。(4) インスタントンを構成要素であるメロンに分解する新しい方法を提案した。 $CP^1$  模型においてアイソメトリーをゲージ化することで、シグマモデルインスタントンが半整数量子渦に分解できることを示した。(5) 高密度QCDにおいて、インデックス定理を BdG 方程式に適用し、非アーベリアン渦に局在するフェルミオンゼロモードの数を数えた。(6) 非アーベリアン渦の有効理論における高階微分補正を求めた。(7) 渦の数え上げを行い、非摂動超ポテンシャルを求めた。(8) ドメイン壁と反ドメイン壁が対消滅すると渦が生成すること、モノポール・ストリングと反モノポール・ストリングが対消滅すると、インスタントンが生成することを示した。(9) ドメイン壁と反ドメイン壁の間にストリングが張っていると、対消滅の際に結び目ソリトンが生成されることを示した。(10) 非ア

ーベリアン渦のある理論で、フレーバー対称性を弱くゲージ化してやると、渦の有効理論はゲージ化された非線形  $\sigma$  模型になるとともに、超対称性が破れることを示した。(11) 超対称ゲージ理論にジョセフソン項を入れてやると、ドメイン壁に捕らわれた渦(ジョセフソン渦)がドメイン壁の有効理論上のサイン・ゴルドン・キンクとして自然に現れることを示した。(12) 高次元への一般化として、スカーム模型に反強磁性的なポテンシャルがあると、(3次元) スカーミオンはドメイン壁の有効理論において、(2次元) ベービー・スカーミオンとして実現されることを示した。(13) 高次元への一般化として、 $N$ 次元のスカーミオンがドメイン壁の中のドメイン壁の中のドメイン壁として、スカーム項なしで実現できることを示した。(14) 一般化として、非アーベリアンなジョセフソン項を非アーベリアン超対称ゲージ理論に導入すると、5次元時空における非アーベリアン渦の内部で、モノポール・ストリングによって閉じ込められたインスタントン粒子を構成できることを示した。(15) ベービー・スカーム模型に反強磁性的なポテンシャルがあると、リング状のドメイン壁や、そのリングに渦ビーズが乗った解がベービー・スカーミオンとして構成できることを示した。(16) 超対称な標準模型において、南部モノポールと電弱ストリングを、弦理論のDブレーンで実現した。

次に物性論に現れる位相的ソリトンについて述べる。

(17) 3つのマヨラナ・フェルミオンが渦に捕らわれた場合の非可換統計を拡張し、一般に奇数個のマヨナラ・フェルミオンが捕らわれた場合の非可換統計を構成した。(18) また、ディラック・フェルミオンが捕らわれた場合も非自明な非可換統計が存在することを発見した。(19) さらに、複数のディラック・フェルミオンが捕らわれた場合に、さらに新しい非可換統計を構成した。(20) Abeホモトピーという新しいホモトピーを用い、スピノールBECの位相励起の分類を行い論文にまとめた。これによると、渦が存在する場合に、モノポール電荷が渦の周りを一周すると電荷を反転させるという現象が、Abeホモトピーで理解できた。どのような場合に、この現象が起こるかの分類を詳細に行った。(21) 3成分のボース・アインシュタイン凝縮(BEC)において、渦の3分子構造を発見した。(22) 2成分のBECにおいて、ドメイン壁と反ドメイン壁の間に渦が橋渡ししていると、対消滅の後にボルトン、3次元スカーミオンが生成されることを示した。(23) 2成分のBECにおいて、ドメイン壁と反ドメイン壁の対消滅の後に渦輪が生成されることを示した。(24) さらに、タキオンの有

効理論を構成し、壁の対消滅後の時間発展を調べ、非平衡統計力学的性質を調べることで、渦の生成は壁の上のキルクの生成とみなせることを示した。(25) 2成分のBECにおいて人工ゲージ場を導入すると、3次元のスカームオンが基底状態として安定に実現されることを示した。(結果はPhysical Review Letter誌の表紙になり、日刊工業新聞でも紹介された。)(26)スピノールBECにおける渦のコアの構造をトポロジーを用いて分類した。(27)複素の凝縮の場合に、スピンインバランスを含めたボゴリューボフ・ドジャン(BdG)方程式のセルフコンシステントの解を求めた。(28) BdG方程式の解として、ギャップに関して、非線形シュレディンガー階層で分類し、フェルミオン解を一般的に構成した。(29)さらに、BdG方程式の自己無頓着な解を無限遠方でギャップが一定になる境界条件の一般解を構成し、複数の複素キルクが任意の距離に存在し、量子化された位相を持っていることを示した。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 44 件)

- ① Non-Abelian statistics of vortices with non-Abelian Dirac fermions, Shigehiro Yasui, Yuji Hirono, Kazunori Itakura, Muneto Nitta, Phys.Rev. E87 (2013) 052142, DOI: [10.1103/PhysRevE.87.052142](https://doi.org/10.1103/PhysRevE.87.052142) (査読有)
- ② D-brane solitons and boojums in field theory and Bose-Einstein condensates, Kenichi Kasamatsu, Hiromitsu Takeuchi, Muneto Nitta, J.Phys.Cond-mat (2013) (in press) [e-Print: arXiv:1303.4469 [cond-mat.quant-gas]] (査読有)
- ③ Jewels on a wall ring, Michikazu Kobayashi, Muneto Nitta, Phys.Rev. D87 (2013) 085003, DOI: [10.1103/PhysRevD.87.085003](https://doi.org/10.1103/PhysRevD.87.085003) (査読有)
- ④ On Non-Abelian Quasi-Gapless Modes Localized on Mass Vortices in Superfluid  $^3\text{He-B}$ , Muneto Nitta, Mikhail Shifman, Walter Vinci, Phys.Rev. D87 (2013) 081702, DOI: [10.1103/PhysRevD.87.081702](https://doi.org/10.1103/PhysRevD.87.081702) (査読有)
- ⑤ Instantons confined by monopole strings, Muneto Nitta, Phys.Rev. D87 (2013) 066008, DOI: [10.1103/PhysRevD.87.066008](https://doi.org/10.1103/PhysRevD.87.066008) (査読有)
- ⑥ Matryoshka Skyrmions, Muneto Nitta, Nucl.Phys. B872 (2013) 62-71, DOI: [10.1016/j.nuclphysb.2013.03.003](https://doi.org/10.1016/j.nuclphysb.2013.03.003) (査読有)
- ⑦ Tachyon Condensation and Brane Annihilation in Bose-Einstein

Condensates: Spontaneous Symmetry Breaking in Restricted Lower-dimensional Subspace, Hiromitsu Takeuchi, Kenichi Kasamatsu, Makoto Tsubota, Muneto Nitta, J. Low Temp. Phys. 171 (2013) 443-454, DOI: [10.1007/s10909-012-0816-z](https://doi.org/10.1007/s10909-012-0816-z) (査読有)

⑧ Brane Realization of Nambu Monopoles and Electroweak Strings, Minoru Eto, Kenichi Konishi, Muneto Nitta, Yutaka Ookouchi, Phys.Rev. D87 (2013) 045006, DOI: [10.1103/PhysRevD.87.045006](https://doi.org/10.1103/PhysRevD.87.045006) (査読有)

⑨ Correspondence between Skyrmions in 2+1 and 3+1 Dimensions, Muneto Nitta, Phys.Rev. D87 (2013) 025013, DOI: [10.1103/PhysRevD.87.025013](https://doi.org/10.1103/PhysRevD.87.025013) (査読有)

⑩ Self-consistent multiple complex-kink solutions in Bogoliubov-de Gennes and chiral Gross-Neveu systems, Daisuke A. Takahashi, Muneto Nitta, Phys.Rev.Lett. 110 (2013) 131601, DOI: [10.1103/PhysRevLett.110.131601](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.110.131601) (査読有)

⑪ Colorful boojums at the interface of a color superconductor, Mattia Cipriani, Walter Vinci, Muneto Nitta, Phys.Rev. D86 (2012) 121704, DOI: [10.1103/PhysRevD.86.121704](https://doi.org/10.1103/PhysRevD.86.121704) (査読有)

⑫ Josephson vortices and the Atiyah-Manton construction, Muneto Nitta, Phys.Rev. D86 (2012) 125004, DOI: [10.1103/PhysRevD.86.125004](https://doi.org/10.1103/PhysRevD.86.125004) (査読有)

⑬ Supersymmetry Breaking on Gauged Non-Abelian Vortices, Kenichi Konishi, Muneto Nitta, Walter Vinci, JHEP 1209 (2012) 014, DOI: [10.1007/JHEP09\(2012\)014](https://doi.org/10.1007/JHEP09(2012)014) (査読有)

⑭ Spontaneous Magnetization through Non-Abelian Vortex Formation in Rotating Dense Quark Matter, Walter Vinci, Mattia Cipriani, Muneto Nitta, Phys.Rev. D86 (2012) 085018, DOI: [10.1103/PhysRevD.86.085018](https://doi.org/10.1103/PhysRevD.86.085018) (査読有)

⑮ Fermionic solutions of chiral Gross-Neveu and Bogoliubov-de Gennes systems in nonlinear Schrodinger hierarchy, Daisuke A. Takahashi, Shunji Tsuchiya, Ryosuke Yoshii, Muneto Nitta, Phys.Lett. B718 (2012) 632-637, DOI: [10.1016/j.physletb.2012.10.058](https://doi.org/10.1016/j.physletb.2012.10.058) (査読有)

⑯ Knots from wall-anti-wall annihilations with stretched strings, Muneto Nitta, Phys.Rev. D85 (2012) 121701, DOI: [10.1103/PhysRevD.85.121701](https://doi.org/10.1103/PhysRevD.85.121701) (査読有)

⑰ Defect formation from defect-anti-defect annihilations, Muneto Nitta, Phys.Rev. D85 (2012) 101702, DOI: [10.1103/PhysRevD.85.101702](https://doi.org/10.1103/PhysRevD.85.101702) (査読有)

⑱ Tachyon Condensation Due to

Domain-Wall Annihilation in Bose-Einstein Condensates, Hiromitsu Takeuchi, Kenichi Kasamatsu, Makoto Tsubota, [Muneto Nitta](#), Phys.Rev.Lett. 109 (2012) 245301, DOI: [10.1103/PhysRevLett.109.245301](#) (査読有)

⑲ Stable Skyrmions in SU(2) Gauged Bose-Einstein Condensates, Takuto Kawakami, Takeshi Mizushima, [Muneto Nitta](#), Kazushige Machida, Phys.Rev.Lett. 109 (2012) 015301, DOI: [10.1103/PhysRevLett.109.015301](#) (査読有)

⑳ Vortex counting from field theory, Toshiaki Fujimori, Taro Kimura, [Muneto Nitta](#), Keisuke Ohashi, JHEP 1206 (2012) 028, DOI: [10.1007/JHEP06\(2012\)028](#) (査読有)

㉑ Higher Derivative Corrections to Non-Abelian Vortex Effective Theory, Minoru Eto, Toshiaki Fujimori, [Muneto Nitta](#), Keisuke Ohashi, Norisuke Sakai, Prog.Theor.Phys. 128 (2012) 67-103, DOI: [10.1143/PTP.128.67](#) (査読有)

㉒ Topological classification of vortex-core structures of spin-1 Bose-Einstein condensates, Shingo Kobayashi, Yuki Kawaguchi, [Muneto Nitta](#), Masahito Ueda, Phys.Rev. A86 (2012) 023612, DOI: [10.1103/PhysRevA.86.023612](#) (査読有)

㉓ Anisotropic optical response of dense quark matter under rotation: Compact stars as cosmic polarizers, Yuji Hirono, [Muneto Nitta](#), Phys.Rev.Lett. 109 (2012) 062501, DOI: [10.1103/PhysRevLett.109.062501](#) (査読有)

㉔ Creating vortons and three-dimensional skyrmions from domain wall annihilation with stretched vortices in Bose-Einstein condensates, [Muneto Nitta](#), Kenichi Kasamatsu, Makoto Tsubota, Hiromitsu Takeuchi, Phys.Rev. A85 (2012) 053639, DOI: [10.1103/PhysRevA.85.053639](#) (査読有)

㉕ Non-Abelian statistics of vortices with multiple Majorana fermions, Yuji Hirono, Shigehiro Yasui, Kazunori Itakura, [Muneto Nitta](#), Phys.Rev. B86 (2012) 014508, DOI: [10.1103/PhysRevB.86.014508](#) (査読有)

㉖ Vortex trimer in three-component Bose-Einstein condensates, Minoru Eto, [Muneto Nitta](#), Phys.Rev. A85 (2012) 053645, DOI: [10.1103/PhysRevA.85.053645](#) (査読有)

㉗ Abe homotopy classification of topological excitations under the topological influence of vortices, Shingo Kobayashi, Michikazu Kobayashi, Yuki Kawaguchi, [Muneto Nitta](#), Masahito Ueda, Nucl.Phys. B856 (2012) 577-606, DOI: [10.1016/j.nuclphysb.2011.11.003](#) (査読有)

㉘ Dirac returns: Non-Abelian statistics

of vortices with Dirac fermions, Shigehiro Yasui, Kazunori Itakura, [Muneto Nitta](#), Nucl.Phys. B859 (2012) 261-268, DOI: [10.1016/j.nuclphysb.2012.02.007](#) (査読有)

㉙ Baryonic Bound State of Vortices in Multicomponent Superconductors, [Muneto Nitta](#), Minoru Eto, Toshiaki Fujimori, Keisuke Ohashi, J.Phys.Soc.Jap. 81 (2012) 084711, DOI: [10.1143/JPSJ.81.084711](#) (査読有)

㉚ Non-Abelian Vortex-String Dynamics from Nonlinear Realization, Lu-Xin Liu, [Muneto Nitta](#), Int.J.Mod.Phys. A27 (2012) 1250097, DOI: [10.1142/S0217751X12500972](#) (査読有)

㉛ Decomposing Instantons in Two Dimensions, [Muneto Nitta](#), Walter Vinci, J.Phys. A45 (2012) 175401, DOI: [10.1088/1751-8113/45/17/175401](#) (査読有)

㉜ Vortex Formations from Domain Wall Annihilations in Two-component Bose-Einstein Condensates, Hiromitsu Takeuchi, Kenichi Kasamatsu, [Muneto Nitta](#), Makoto Tsubota, J.Low.Temp.Phys. 162 (2011) 243, DOI: [10.1007/s10909-010-0294-0](#) (査読有)

㉝ Vortices and Monopoles in Mass-deformed SO and USp Gauge Theories, Minoru Eto, Toshiaki Fujimori, Sven Bjarke Gudnason, Yunguo Jiang, Kenichi Konishi, [Muneto Nitta](#), Keisuke Ohashi, JHEP 1112 (2011) 017, DOI: [10.1007/JHEP12\(2011\)017](#) (査読有)

㉞ Vortices on Orbifolds, Taro Kimura, [Muneto Nitta](#), JHEP 1109 (2011) 118, DOI: [10.1007/JHEP09\(2011\)118](#) (査読有)

㉟ Index theorem and Majorana zero modes along a non-Abelian vortex in a color superconductor, Takanori Fujiwara, Takahiro Fukui, [Muneto Nitta](#), Shigehiro Yasui, Phys.Rev. D84 (2011) 076002, DOI: [10.1103/PhysRevD.84.076002](#) (査読有)

㊱ Dynamics of Non-Abelian Vortices, Minoru Eto, Toshiaki Fujimori, [Muneto Nitta](#), Keisuke Ohashi, Norisuke Sakai, Phys.Rev. D84 (2011) 125030, DOI: [10.1103/PhysRevD.84.125030](#) (査読有)

㊲ Interaction of half-quantized vortices in two-component Bose-Einstein condensates, Minoru Eto, Kenichi Kasamatsu, [Muneto Nitta](#), Hiromitsu Takeuchi, Makoto Tsubota, Phys.Rev. A83 (2011) 063603, DOI: [10.1103/PhysRevA.83.063603](#) (査読有)

㊳ Confined Monopoles Induced by Quantum Effects in Dense QCD, Minoru Eto, [Muneto Nitta](#), Naoki Yamamoto, Phys.Rev. D83



- (2011) 085005,  
DOI: [10.1103/PhysRevD.83.085005](https://doi.org/10.1103/PhysRevD.83.085005) (査読有)
- ③⑨ Spin imbalance effect on Larkin-Ovchinnikov-Fulde-Ferrel state, Ryosuke Yoshii, Shunji Tsuchiya, Giacomo Marmorini, Muneto Nitta, Phys.Rev. B84 (2011) 024503, DOI: [10.1103/PhysRevB.84.024503](https://doi.org/10.1103/PhysRevB.84.024503) (査読有)
- ④⑩ Topological Interactions of Non-Abelian Vortices with Quasi-Particles in High Density QCD, Yuji Hirono, Takuya Kanazawa, Muneto Nitta, Phys.Rev. D83 (2011) 085018, DOI: [10.1103/PhysRevD.83.085018](https://doi.org/10.1103/PhysRevD.83.085018) (査読有)
- ④① Non-Abelian Monopoles in the Higgs Phase, Muneto Nitta, Walter Vinci, Nucl.Phys. B848 (2011) 121-154, DOI: [10.1016/j.nuclphysb.2011.02.014](https://doi.org/10.1016/j.nuclphysb.2011.02.014) (査読有)
- ④② Majorana meets Coxeter: Non-Abelian Majorana Fermions and Non-Abelian Statistics, Shigehiro Yasui, Kazunori Itakura, Muneto Nitta, Phys.Rev. B83 (2011) 134518, DOI: [10.1103/PhysRevB.83.134518](https://doi.org/10.1103/PhysRevB.83.134518) (査読有)
- ④③ 超対称性と複素多様体, 新田宗土, 数理学 49 (2011) 51~56 (査読無)
- ④④ 量子乱流中で再結合する渦糸の動画撮影, 新田宗土 (翻訳) パリティ 26 (2011) 40~43 (査読無)

[学会発表] (計 41 件)

- ① 新田宗土, スカームイオンのマトリョーシカ構造, 日本物理学会, 広島大学, 2013年3月29日
- ② 衛藤稔, 小西憲一, 新田宗土, 大河内豊, Brane Realization of Nambu Monopoles and Electroweak Strings, 日本物理学会, 広島大学, 2013年3月27日
- ③ 新田宗土, Topological Quantum Computations by using Majorana Fermions, 新学術領域「対称性の破れた凝縮系におけるトポロジカル量子現象」第10回集中連携研究会「トポロジカル超伝導・流動」, 大阪大学産業科研究所講堂(吹田キャンパス内) 2012年12月13日~14日(招待講演)
- ④ Muneto Nitta, Creating Vortons and Knot Solitons via Domain Wall Pair Annihilation in BEC and Field Theory, Quantized Flux in Tightly Knotted and Linked Systems, Isaac Newton Institute for Mathematical Sciences, Cambridge, UK, 2012年12月03日~2012年12月07日(招待講演)
- ⑤ Muneto Nitta, Topological Quantum Computations by Majorana Fermions, 第27回量子情報技術研究会(QIT27), 慶應義塾大学, 2012年11月26日
- ⑥ 小林未知数, 小林伸吾, 新田宗土, 川口由紀, 上田正仁, 量子渦の渦芯における内部自由度の幾

何学的決定法およびスピノル・ボース凝縮への応用, 日本物理学会, 横浜国立大学, 2012年9月19日

- ⑦ 新田宗土, マヨラナの物性とトポロジカル計算: 素粒子論の観点から, 日本物理学会, 横浜国立大学, 2012年9月18日(招待講演)
- ⑧ 新田宗土, 笠松健一, 坪田誠, 竹内宏光, タキオン凝縮のトポロジ的側面: ドメイン壁対消滅によるボルトン生成, 日本物理学会, 横浜国立大学, 2012年9月18日
- ⑨ 竹内宏光, 笠松健一, 坪田誠, 新田宗土, ボース・アインシュタイン凝縮におけるタキオン凝縮; 空間的に局在した自発的対称性の破れ, 日本物理学会, 横浜国立大学, 2012年9月18日
- ⑩ 笠松健一, 竹内宏光, 坪田誠, 新田宗土, ボース凝縮体におけるDブレーンソリトンの構造, 日本物理学会, 横浜国立大学, 2012年9月18日
- ⑪ 藤森俊明, 木村太郎, 新田宗土, 大橋圭介, 2次元  $N=(2,2)$  超対称ゲージ理論における superpotential と vortex counting について, 日本物理学会, 京都産業大学, 2012年9月13日
- ⑫ 木村太郎, 藤森俊明, 新田宗土, 大橋圭介, 非可換渦分配関数の場の理論からの導出, 日本物理学会, 京都産業大学, 2012年9月13日
- ⑬ 広野雄士, 安井繁宏, 板倉数記, 新田宗土, 量子渦の非可換統計  $-SO(2N+1)$  対称性を持つ Majorana フェルミオン-, 日本物理学会, 京都産業大学, 2012年9月12日
- ⑭ 衛藤稔, 藤森俊明, 新田宗土, 大橋圭介, 坂井典祐, Higher Derivative Corrections to the Effective Theory of a Non-Abelian Vortex, 日本物理学会, 京都産業大学, 2012年9月11日
- ⑮ 新田宗土, 場の理論におけるソリトン対消滅とソリトン生成, 日本物理学会, 京都産業大学, 2012年9月11日
- ⑯ 新田宗土, 回転するカラー超伝導体: 渦の構造とその電磁特性, 基研研究会「ハドロン物質の諸相と状態方程式-中性子星の観測に照らして-」, 京都大学基礎物理学研究所, 2012年8月30日~9月1日
- ⑰ 新田宗土, 場の理論と物性論におけるトポロジカル量子現象, 基研研究会「熱場の量子論とその応用」京都大学 基礎物理学研究所, 2012年8月22-24日(招待講演)
- ⑱ Hiromitsu Takeuchi, Kenichi Kasamatsu, Makoto Tsubota, Muneto Nitta, Tachyon condensation and brane annihilation in Bose-Einstein condensates: spontaneous symmetry breaking in a lower-dimensional subspace, QFS2012: International Conference on Quantum Fluids and Solids, Physics Department, Lancaster University, UK, 2012年08月15日~2012年08月21日
- ⑲ D.A. Takahashi, and Muneto Nitta, Solutions

of bosonic and fermionic one-dimensional Bogoliubov-de Gennes equations: a unified treatment and generalizations, QFS2012: International Conference on Quantum Fluids and Solids, Physics Department, Lancaster University, UK, 2012年08月15日～2012年08月21日

⑳ Muneto Nitta, Vortons and 3D skyrmions from domain wall pair annihilations in BECs, QFS2012: International Conference on Quantum Fluids and Solids, Physics Department, Lancaster University, UK, 2012年08月15日～2012年08月21日

㉑ 新田宗土, ドメイン壁の対消滅によるボルトンと3次元スカーミオン新学術領域研究・対称性の破れた凝縮系におけるトポロジカル量子現象 第8回集中連携研究会「冷却原子気体とトポロジー」東京大学 本郷キャンパス, 2012年6月4日～2012年6月5日 (招待講演)

㉒ 広野雄士, 新田宗土, カラー超伝導中の渦格子による磁場の異方的排斥, 日本物理学会, 関西学院大学, 2012年3月27日

㉓ 藤原高德, 福井隆裕, 新田宗土, 安井繁宏, CFL相におけるDiracゼロモードを含む量子渦の非可換統計, 日本物理学会, 関西学院大学, 2012年3月27日

㉔ 新田宗土, 趣旨説明, 日本物理学会, 関西学院大学, 2012年3月27日 (招待講演)

㉕ 小林伸吾, 川口由紀, 新田宗土, 上田正仁, スピノルBECにおける量子渦コア状態の分類, 日本物理学会, 関西学院大学, 2012年3月25日

㉖ 高橋大介, 新田宗土, 非可積分1次元spin-1 BEC系におけるダークソリトン: 分類と相互作用, 日本物理学会, 関西学院大学, 2012年3月25日

㉗ 新田宗土, 衛藤稔, 3成分BECにおける3分子渦, 日本物理学会, 関西学院大学, 2012年3月25日

㉘ 川上拓人, 水島健, 新田宗土, 町田一成, 人工ゲージ場中における, SU(2)対称性を持つBECのスカーミオンの安定性, 日本物理学会, 関西学院大学, 2012年3月25日

㉙ 新田宗土, コンファインされた渦, 大阪市立大学研究会「高次元ブラックホールとAdS/CFT対応」, 伊豆, 2012年1月6日 (招待講演)

㊀ 新田宗土, 素粒子論的見地でのトポロジカル励起, 文部科学省科学研究費補助金 新学術領域研究「対称性の破れた凝縮系におけるトポロジカル量子現象」第2回領域研究会(平成23年度), 岡山大学, 2011年12月17日～19日 (招待講演)

㊁ Muneto Nitta, Interaction of Vortices in BEC and QCD, Maths-Physics Meeting around Bose Einstein condensates, Institut Henri Poincaré (Paris, France), 2011年12月1日 (招待講演)

㊂ Muneto Nitta, Vortices and Other Topological Excitations (in BEC and QCD), International Workshop for Young Researchers on Topological

Quantum Phenomena in Condensed Matter with Broken Symmetries, Nov. 1st - 5th, 2011: Laforet Biwako, Shiga, Japan. (招待講演)

㊃ 小林伸吾, 川口由紀, 小林未知数, 新田宗土, 上田正仁, スピノルBECにおける渦芯構造の分析: 群論によるアプローチ, 日本物理学会, 富山大学, 2011年9月22日

㊄ 新田宗土, 衛藤稔, 藤森俊明, 大橋圭介, 渦に局在した非アーベリアン・マヨラナ・フェルミオンによる新しい非可換統計, 日本物理学会, 富山大学, 2011年9月22日

㊅ 内野瞬, 小林未知数, 新田宗土, 上田正仁, スピン2ネマティック凝縮体の物理, 日本物理学会, 富山大学, 2011年9月21日

㊆ 竹内宏光, 衛藤稔, 笠松健一, 新田宗土, 坪田誠, 2成分ボース・アインシュタイン凝縮体における量子渦間の相互作用, 日本物理学会, 富山大学, 2011年9月21日

㊇ 新田宗土, 衛藤稔, 山本直希, 高密度QCDにおけるモノボールの閉じ込めとクォーク・モノポール双対性, 日本物理学会, 弘前大学, 2011年9月18日

㊈ 安井繁宏, 板倉数記, 新田宗土, カラー超伝導における非可換渦による非可換統計とコクセター群, 日本物理学会, 弘前大学, 2011年9月18日

㊉ 新田宗土, 超対称ゲージ理論における超対称性を破るジョセフソン項と新しいソリトン, 日本物理学会, 弘前大学, 2011年9月18日

㊀ 新田宗土, Walter Vinci, ヒッグス相における非アーベリアン・モノポールとドナルドソン有理想像, 日本物理学会, 弘前大学, 2011年9月18日

㊁ Muneto Nitta, Quantum phase defects in the vacuum of Universe, India-Japan international workshop "Super/ Vacuum/ Universe," 東京理科大学, 2011年6月14日 (招待講演)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

新田 宗土 (NITTA MUNETO)

慶應義塾大学・商学部・准教授

研究者番号: 60433736

### (2) 研究分担者

なし

### (3) 連携研究者

なし