格子上の場の理論

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2017-10-05 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 鈴木, 恒雄, Suzuki, Tsuneo メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24517/00034862

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 International License.

格子上の場の理論

研究課題番号　07304028

平成７年度－平成９年度科学研究費補助金（基盤研究(A)(1)）

研究成果報告書

平成10年3月

研究代表者　鈴木恒雄

（金沢大学理学部教授）

格子上の場の理論

課題番号　07304028

平成７年度ー平成９年度科学研究費補助金
（基盤研究（A））研究成果報告書

平成１０年３月

研究代表者　鈴木恒雄

（金沢大学・理学部・教授）

8000-61127-9

目次

1. 報告のまとめ

2. 代表者の論文 ー 鈴木恒雄 ー

3. 分担者の代表論文 ー 青木健一 ー

4. 分担者の代表論文ー 寺尾治彦 ー

5. 分担者の代表論文 ー 久保治輔 ー

6. 分担者の代表論文ー 宮村 修 ー

7. 分担者の代表論文ー 宇川 彰ー

8. 分担者の代表論文ー 大野木哲也 ー

1　はしがき

この研究は、平成７年度、平成８年度、平成９年度にわたって文部省科学研究費補助金（基盤研究（A）：課題番号 07304028）を得て行われたものである。

研究組織

鈴木恒雄	（金沢大・理・教授）		
松原克己	（七尾短大・教授）	江沢潤一	(東北大・理・助教授)
宇川　彰	(筑波大・物理・教授)	宗久知男	(山梨大・工・助教授)
岩崎愛一	(二松学舎大・助教授)	金谷和至	(筑波大・物理・助教授)
梁 成吉	(筑波大・物理・教授)	中村　純	(広島大・計算教育・教授)
青木健一	(金沢大・理・助教授)	宮村 修	(広島大・理・教授)
寺尾治彦	(金沢大・理・助教授)	岩崎正春	(高知大・理・教授)
蔵増嘉信	(素粒子原子核研・助手)	米山博志	(佐賀大・理工・教授)
大野木哲也	(広島大・理・助手)	末松大二郎	(金沢大・理・助教授)
河本 昇	(北海道大・理学・教授)	綿引芳之	(東京工業大・理・助手)
森井俊行	(神戸大・発達科学・教授)	一瀬郁夫	(東京大・教養・助手)
古市 進	(立教大・理・教授)	橋本貴明	(福井大・工・助手)
菊川芳夫	(京都大・理学・助手)	福間將文	(京都大・基礎物理研・助手)
山中由也	(早稲田大・理工・講師)		

研究経費

平成７年度	３２００千円
平成８年度	３０００千円
平成９年度	２５００千円
計	８７００千円

2　研究目的

（研究目的）
摂動論が適用できない強い相互作用系、位相的に非自明な系や曲がった時空での場の理論特に最も重要なゲージ場の理論を格子上で有限自由度系として定式化し、並列スーパーコンピューターや専用計算機による大規模シミュレーションの方法や統計物理学などの結果を利用した解析的方法で解明する。1) 強い相互作用の理論である量子色力学（ＱＣＤ）に基づくハドロン物理量の計算と予言、重いクォーク系の計算、2) ＱＣＤでのクォークの閉じ込め機構の解明、3) ＱＣＤや場の理論における位相量（モノポール、インスタントン等）の重要性の解明、4) ＱＣＤでの有限温度での相転移と高温相での振る舞いの解明、クォーク・グルオンプラズマの性質、5) ＱＣＤのカイラル対称性の破れの機構の研究、6) **Weinberg-Salam** 理論でも重要なヒッグス・ユカワ系の相構造と相転移の研究、カイラルフェルミオンの定式化、標準理論の非摂動効果 7) 量子重力の研究、を主として研究する。

3　研究成果

「平成７年度、８年度」

予定どおり、いくつかのグループごとに研究交流を進め成果をあげてきた。

1) 強い相互作用の理論である量子色力学（ＱＣＤ）に基づくハドロン物理量の計算と予言、重いクォーク系の計算は、筑波・高エ研のグループが主として高エネルギー研の VPP500 を使って、世界一の成果を出した。これらの成果は多くの論文として発表され、毎年の「格子国際会議」でも世界をリードするものとして高く評価されている。

2) 計算機シミュレーションの方法を用いたＱＣＤでのクォークの閉じ込め機構の解明では、金沢と広島のグループが協力してモノポール凝縮の正しさを示す先駆的な成果を出した。鈴木、松原のグループは、ＱＣＤのアーベリアン射影後、双対変換を行いモノポールで書かれた有効作

用をはじめて導き、さらに双対空間で繰り込み群変換によって、連続極限に近い有効作用をはじめて導き、大変に注目されている。また、宮村のグループも、ＱＣＤの位相量として知られているモノポールとインスタントンが関連ありそうな成果を発見し注目されている。

3）ＱＣＤでの有限温度・密度での相転移の解明では、筑波のグループが、現実に近い 2.5 フレーバー系は一次相転移であることを発見した。この成果は、宇宙の進化における研究に大変に重要なインパクトを与えるもので、ＱＣＤ以外の分野からも注目されている。

4) 超並列計算機用の最適化アルゴリズムの開発でも、参加したグループそれぞれ VPP500 用、筑波の CP-PACS 用に世界でトップの成果をあげた。

5) カイラルフェルミオンの定式化でも筑波大、京大で新しい試みがなされ、かなりの成果が発表された。

6) 格子上のくりこみ群を用いた相構造の解明で、金沢のグループはＱＣＤについて、九州のグループは、θ項のある理論について、たいへん興味ある結果を出した。

7) 格子上の量子重力、弦理論の研究に関して、北大、東工大のグループは、転移行列法に関して、興味ある成果をだした。

これらの成果をふまえて、平成 8 年 12 月に京都大学基礎物理学研究所で

「非摂動的量子色力学ーＱＣＤの真空構造」研究会を鈴木が中心に組織をした。

短期研究会「非摂動的量子色力学ーＱＣＤの真空構造」報告

上記研究会が、平成８年１２月１８日から２０日まで基礎物理学研究所で開催された。１８日は、YITP International Workshop, "Recent Developments in QCD and Hadron Physics" との共催であった。プログラムは、以下のようであった。

December 18 (Wed.)
Morning session
I
9:00-9:45: S. Aoki (Tsukuba)
Recent developments in finite temperature lattice QCD
9:45-10:20: T. Hatsuda (Tsukuba)
Spin structure of the nucleon in lattice QCD
10:20-10:40: Seyong Kim (Seoul National)
Heavy quarkonium decay matrix element from lattice QCD
(Break 10:40-11:00)
Morining session II
11:00-11:30: Tsuneo Suzuki (Kanazawa)
String theory of hadrons and monopole condensation
11:30-11:50: M. Polikarpov (Kanazawa, ITEP)
Effective constraint potential for abelian monopole in SU(2) lattice gauge theory
11:50-12:20: Ming-chung Chu (Chinese Univ. of Hong Kong)
QCD Instanton at finite temperature
12:20-12:40: S. Furui (Teikyo)
A new algorithm for solving Langevin equation and its application to the lattice field theory
Lunch 12:40-2:00
Afternoon session
I
2:00-3:00: A.G. Williams (Adelaide)
Recent developments in the Bethe-Salpeter equation
3:00-3:45: Ken-ichi Aoki (Kanazawa)
Non-perturbative renormalization group approach to the dynamical

chiral symmetry breaking in QCD
(Break 3:45-4:05)
Afternoon sesssion
II
4:05-4:35: K. Maeda (Kobe)
Vacuum of Yang-Mills theory and dimensional reduction
4:35-4:55: T. Matsuki (Tokyo)
Low dimensional aspects of the field strength approach
4:55-5:15: H. Itoh (Kinki)
Two-body Dirac equation and its wave function at the origin

１２月１９日　Ｒ：レビュー４０分　Ｓ：２０分
午前９時－１０時２０分
Ｒ蔵増嘉信氏 (KEK)　格子ＱＣＤのＵ（１）問題（未着）
Ｒ中村純氏 (Yamagata) 格子ＱＣＤと繰り込み変換
午前１０時４０分－１２時
Ｒ米山博志氏 (Saga)　θ vacuum, topological charge and fixed point action
Ｓ海勢頭 聖氏 (RCNP)　有効ポテンシャルの方法による DGL 理論におけるカイラル対称性の自発的破れ
Ｓ岩崎正春氏 (Kohchi)　双対ギンツブルグ-ランダウ理論による有限密度でのカイラル対称性
午後１時半－午後３時半
Ｒ菅沼秀夫氏 (RCNP)　インスタントンとモノポール（未着）
Ｓ佐々木勝一氏 (RCNP)　QCD-monopole dominace for $U_A(1)$ Anomaly
Ｒ中村直紀氏 (Kanazawa)　ＱＣＤの赤外有効理論
午後４時－午後５時２０分
Ｒ梁成吉氏 (Tsukuba)　The Structure of Vacua in SUSY Gauge Field Theories
Ｒ坂本真人氏 (Kobe)　N=1 SUSY QCD の真空構造
１２月２０日
午前９時－午前１０時２０分
Ｒ原田恒司氏 (Kyushu)　Vacuum in Light-Front Field Theory
Ｓ住淳一氏 (Kanazawa)　非摂動繰り込み群でゲージ理論をどう扱うか？
Ｓ友寄全志氏 (Kanazawa)　非摂動繰り込み群によるＱＣＤの解析－

クォークの力学的質量とカイラル凝縮の計算ー
午前１０時４０分ー午前１１時２０分
Ｒ金谷和至氏 (Tsukuba)　Scaling in SU(3) Pure Gauge Theory with a Renormalization Group Improved Action
午前１１時２０分ー午後１時
free discussions
報告集は後半にまとめて掲載する。

「平成９年度」

平成９年度はこの研究計画のまとめとして、予定どうり「格子上の場の理論」の中で最重要な問題であるＱＣＤ、特にＱＣＤの真空構造の問題にテーマを絞った国際会議を京都大学基礎物理学研究所の「湯川国際セミナー」として開催し、外国旅費は、他の予算からあて、この科研費全体を国内旅費にあてた。科研費分担者の多くが組織委員に参加をした。

１９９７年　湯川国際セミナー実施報告書

１．研究集会名

和文名：「非摂動的量子色力学ーＱＣＤの真空構造ー」
英文名：" Non-perturbative Quantum Chromodynamics
-Structure of the QCD Vacuum-"

２．開催期間・場所

１９９７年１２月２日ー１２月１２日　（１０日間）
京都大学　基礎物理学研究所

３．開催組織

京都大学基礎物理学研究所

組織委員会
委員長：鈴木恒雄（金沢大理学部教授）
委員：青木健一（金沢大理学部助教授）、初田哲男（筑波大物理学系助教授）
金谷和至（筑波大物理学系助教授）、九後汰一郎（京大理学系研究科教授）
国広悌二（龍谷大教授）、松井哲男（京大基研教授）
宮村修（広島大理学部教授）、中村純（広島大情報教育センター教授）
大川正典（高エネルギー研助教授）、M.I.Polikarpov(ITEP 主任研究員)
土岐博（大阪大 RCNP 教授）、米山博志（佐賀大助教授）

４．参加者（添付資料）

合計　１４３名　　（国内１０２名、国外４１名）

（国別参加者数）インド　４、中国　２、イスラエル　１、アメリカ　１３、
カナダ　１、ブラジル　３、イギリス　３、イタリア　１、
オーストリア　１、スイス　２、ロシア　１、ドイツ　６、
フランス　１、ポーランド　１、ルーマニア　１

５．講演プログラム

長時間講演（４５分又は４０分）	５３件
短時間講演（２０分）	３７件
ディスカッション（２時間）	３件

Non-perturbative QCD

— Structure of the QCD Vacuum —

Yukawa Institute for Theoretical Physics, Kyoto
December 2–12, 1997

1 Long talks:

Day	9:15–10:00	10:30–11:15	11:15–12:00	16:00–16:45	16:45–17:30
2/Tu.	(9:45–10:30) M.Shifman*	(11:00–11:45) K.Kanaya*	(14:45-15:30) V.Zakharov*	(16:00–16:45) K-I.Aoki*	(16:45–17:30) A.van der Sijs
3/We.	K.Kanaya*	V.Zakharov	A.Di Giacomo*	M.Shifman*	K.Kanaya
4/Th.	P.Hasenfratz*	A.Di Giacomo*	D.Zwanziger	M.Shifman	H.Toki
5/Fr.	A.Migdal	M.Polikarpov*	S-K.Yang*	K-I.Aoki*	Y.Kuramashi
6/Sa.	G.Schierholz	P.Hasenfratz*	S-K.Yang	(13:30–14:15) H.Markum	(14:15–15:00) A.Di Giacomo
7/Su.	Free day				
8/Mo.	A.Migdal	P.Hasenfratz	E.Shuryak*	T.Morris*	M.Polikarpov
9/Tu.	Y.Iwasaki	R.Pisarski*	M.Strassler	I.Zahed	U-J.Wiese
10/We.	C.Wetterich*	E.Shuryak	J-P.Blaizot	M.Strassler	H.Suganuma
11/Th.	T.Morris	T.Degrand	C.Wetterich	A.Nakamura	F.Lenz
12/Fr.	O.Miyamura	K.Rajagopal	T.Suzuki	(13:30–14:15) R.Pisarski	(14:15–15:00) K.Schilling

*: particularly for beginners

- 2 Dec. (Tu)

Morning session (Chair V.Zakharov)

9:15- 9:25 T.Suzuki: Opening address

9:25- 9:35 T.Maskawa: Welcome Speech

9:35- 9:45 Information

9:45-10:30 M.Shifman: Non-perturbative dynamics in supersymmetric gauge theories and lessons for QCD

10:30-11:00 Coffee

11:00-11:45 K.Kanaya: Introduction to the lattice formulation of finite temperature QCD

11:45-13:15 Lunch

13:15-14:45 **Discussion Session**

Afternoon session (Chair K.Kanaya)

14:45-15:30 V.Zakharov: Physics of renormalons

15:30-16:00 Coffee

16:00-16:45 K-I.Aoki: Introduction to the Non-perturbative Renormalization Group

16:45-17:30 A.van der Sijs: Abelian projection with a smooth, unambiguous gauge condition

- 3 Dec. (We)

Morning session (Chair M.Polikarpov)

9:15-10:00 K.Kanaya: Introduction to the lattice formulation of finite temperature QCD

10:00-10:30 Coffee

10:30-11:15 V.Zakharov: Physics of renormalons

11:15-12:00 A.Di Giacomo: Monopole condensation and color confinement

12:00-13:30 Lunch

13:30-15:30 **Short Talk Session (Chair A:J.Kubo B:H.Yoneyama)**

15:30-16:00 Coffee

Afternoon session (Chair D.Zwanziger)

16:00-16:45 M.Shifman: Non-perturbative dynamics in supersymmetric gauge theories and lessons for QCD

16:45-17:30 K.Kanaya: Introduction to the lattice formulation of finite temperature QCD

- 4 Dec. (Th)

  Morning session (Chair G.Schierholz)

  9:15-10:00 P.Hasenfratz: Classical and quantum perfect actions

  10:00-10:30 Coffee

  10:30-11:15 A.Di Giacomo: Monopole condensation and color confinement

  11:15-12:00 D.Zwanziger: Lattice Coulomb Hamiltonian and Renormalization in Coulomb gauge

  12:00-13:30 Lunch

  13:30-15:30 **Short Talk Session (Chair A:A.van der Sijs B:Y.Musakhanov)**

  15:30-16:00 Coffee

  Afternoon session (Chair M.Strassler)

  16:00-16:45 M.Shifman: Non-perturbative dynamics in supersymmetric gauge theories and lessons for QCD

  16:45-17:30 H.Toki: Dual Ginzburg-Landau Theory on Non-Perturbative QCD Phenomena

- 5 Dec. (Fr)

  Morning session (Chair M.Shifman)

  9:15-10:00 A.Migdal: Hidden Symmetries of Large N QCD

  10:00-10:30 Coffee

  10:30-11:15 M.Polikarpov: Monopoles in the Abelian Projection of Gluodynamics

  11:15-12:00 S-K.Yang: Non-perturbative Aspects of Supersymmetric Gauge Theories

  12:00-13:30 Lunch

  13:30-15:30 **Discussion Session**

  15:30-16:00 Coffee

  Afternoon session (Chair M.Okawa)

16:00-16:45 K-I.Aoki: Solving the Dynamical Chiral Symmetry Breaking by Non-perturbative Renormalization Group

16:45-17:30 Y.Kuramashi: Chiral Properties of Wilson Fermions in Lattice QCD

- 6 Dec. (Sa)

Morning session (Chair A.Di Giacomo)

9:15-10:00 G.Schierholz: Chiral Gauge Theory and Topology

10:00-10:30 Coffee

10:30-11:15 P.Hasenfratz: Classical and quantum perfect actions

11:15-12:00 S-K.Yang: Non-perturbative Aspects of Supersymmetric Gauge Theories

12:00-13:30 Lunch

Afternoon session (Chair H.Toki)

13:30-14:15 H.Markum: Towards a Topological Proof of Quark Confinement

14:15-15:00 A.Di Giacomo: Monopole condensation and color confinement

- 8 Dec. (Mo)

Morning session (Chair U-J.Wiese)

9:15-10:00 A.Migdal: Hidden Symmetries of Large N QCD

10:00-10:30 Coffee

10:30-11:15 P.Hasenfratz: Classical and quantum perfect actions

11:15-12:00 E.Shuryak: Structure of hadrons and instantons

12:00-13:30 Lunch

13:30-15:30 **Discussion Session**

15:30-16:00 Coffee

Afternoon session (Chair H.Markum)

16:00-16:45 T.Morris: The continuous renormalization group

16:45-17:30 M.Polikarpov: Monopoles in the Abelian Projection of Gluodynamics

- 9 Dec. (Tu)

Morning session (Chair P.Hasenfratz)

9:15-10:00 Y.Iwasaki: Many flavor QCD

10:00-10:30 Coffee

10:30-11:15 R.Pisarski: Nonabelian Debye screening: Introduction, Details and Applications

11:15-12:00 M.Strassler: New Approaches to Confinement and Other Phases of (Supersymmetric) QCD

12:00-13:30 Lunch

13:30-15:30 **Short Talk Session (Chair A:M.Nowak B:A.Nakamura)**

15:30-16:00 Coffee

Afternoon session (Chair T.Kugo)

16:00-16:45 I.Zahed: Chiral Random Matrix Models in QCD

16:45-17:30 U-J.Wiese: Quantum Spins and Quantum Links: The D-Theory Approach to Field Theory

18:30- Banquet (Royal Hotel)

- 10 Dec. (We)

Morning session (Chair T.Hatsuda)

9:15-10:00 C.Wetterich: Non-perturbative flow equations in QCD

10:00-10:30 Coffee

10:30-11:15 E.Shuryak: Structure of hadrons and instantons

11:15-12:00 J-P.Blaizot: Lifetime of Quasiparticles in the Quark-Gluon Plasma

12:00-13:30 Lunch

13:30-15:30 **Discussion Session**

15:30-16:00 Coffee

Afternoon session (Chair T.Morris)

16:00-16:45 M.Strassler: New Approaches to Confinement and Other Phases of (Supersymmetric) QCD

16:45-17:30 H.Suganuma: Instantons and Monopoles in the Non-perturbative QCD

- 11 Dec. (Th)

Morning session (Chair E.Shuryak)

9:15-10:00 T.Morris: The continuous renormalization group

10:00-10:30 Coffee

10:30-11:15 T.Degrand: Structure of the QCD vacuum as seen by lattice simulations

11:15-12:00 C.Wetterich: Non-perturbative flow equations in QCD

12:00-13:30 Lunch

13:30-15:30 **Short Talk Session (Chair A:R.Pisarski B:H.Suganuma)**

15:30-16:00 Coffee

Afternoon session (Chair K.Yazaki)

16:00-16:45 A.Nakamura : Gluon Propagators and QCD Vacuum

16:45-17:30 F.Lenz: QCD at finite extention

- 12 Dec. (Fr)

Morning session (Chair C.Wetterich)

9:15-10:00 O.Miyamura: Topological charge from magnetic currents of gauge field

10:00-10:30 Coffee

10:30-11:15 K.Rajagopal: QCD at Finite Baryon Density: Nucleon Droplets and Color Superconductivity

11:15-12:00 T.Suzuki: Low-energy effective theories from QCD

12:00-13:30 Lunch

Afternoon session (Chair O.Miyamura)

13:30-14:15 R.Pisarski: Nonabelian Debye screening: Introduction, Details and Applications

14:15-15:00 K.Schilling: A Precise Determination of the Flux Tube between Static Charges in Maximal Abelian Gauge

2. SHORT TALKS AND DISCUSSION

Every short talk is 20 minutes including discussion. We organize two parallel sessions, one is mainly on lattice field theories and the other is on analytical studies. Also we organize discussion sessions on hot topics. The short talks and discussion sessions are scheduled from 13:30 to 15:30 everyday. Abstracts of short talks will be distributed before the session.

Day	13:30–13:50	13:50–14:10	14:10–14:30	14:30–14:50	14:50–15:10	15:10–15:30
2/Tue.	13:15 – 14:45 Discussion Hours					
3/Wed.A	K.Maeda	P.Majumdar	V.Sheel		N.Haba	H.Terao
3/Wed.B	Y.Kikukawa	T.Hashimoto	N.Nakamura		S.Ejiri	E.-M.Ilgenfritz
4/Thu.A	K.Kondo		M.Mueller-Preussker			
4/Thu.B	A.Hosaka	M.Silva-Neto	S.Koretune		S.Ghosh	
5/Fri.	Discussion Hours					
6/Sat.	Long Talks only					
7/Sun.	Free day					
8/Mon.	Discussion Hours					
9/Tue.A	T.Kunihiro		E.Gardi	H.Minakata	K.Tanaka	J.O.Samuelsson
9/Tue.B	S.Kato	S.Sasaki	R.Wensley	V.Topor Pop	H.Matsufuru	H.Nakajima
10/Wed.	Discussion Hours					
11/Thu.A	M.Nowak	T.Wettig	O.Kiriyama		K.Itakura	H.Markum
11/Thu.B	Y.Musakhanov	M.Iwasaki	M.Huang		H.Christiansen	Y.Sugiyama
12/Fri.	Long Talks only					

List of short talk speakers

First Week		
3/Wed.A	K.Maeda	Vacuum wave functional of Yang-Mills therory and dimensional reduction
Chair: J.Kubo	P.Majumdar	Duality transformation and confinement in 3+1 Yang-Mills theory
	V.Sheel	Vacuum structure in QCD and hadronic correlators.
	N.Haba	Phenomenological application of SUSY QCD
	H.Terao	Confinement and dyon charges in N=2 SQCD
3/Wed.B	Y.Kikukawa	Pure gauge dymanics in lattice chiral gauge theory with vacuum overlap.
Chair: H.Yoneyama	T.Hashimoto	Spectral analysis of mesonic channels of QCD at finite temperature on anisotropic lattices
	N.Nakamura	Monopole action in SU(2) lattice gauge theory
	S.Ejiri	QCD thermodynamics on anisotropic lattices
	E-M.Ilgenfritz	Abelian monopoles and topological sturucture of RG smoothed confidurations near to deconfinement
4/Thu.A	K.Kondo	Abelian-projected effective gauge theory of QCD with asymptotic freedom and quark confinement
Chair: A.van der Sijs	M.Mueller -Preussker	The chiral limit in compact lattice QED with Wilson fermions
4/Thu.B	A.Hosaka	Baryon resonances in a deformed oscillator quark model
	M.Silva-Neto	One-loop dimensional reduction of the linear sigma model
Chair: Y.Musakhanov	S.Koretune	Flavor asymmetry of the sea quarks in the baryon octet
	S.Ghosh	Hadronization in QGP

Second Week		
9/Tue.A	T.Kunihiro	NJL model as an effective theory of QCD and Envelop theory for improvement of perturbation series
Chair: M.Nowak	E.Gardi	Resummation of perturbative QCD by Pade approximants
	K.Minakata	Anomaly induced domain formation of disoriented chiral condensates
	K.Tanaka	Proton's strange matrix elements and instantons
	J.O.Samuelsson	Nuclear filtering and color transparency
9/Tue.B	S.Kato	Various representations of infrared effective lattice QCD
	S.Sasaki	Topological aspects in QCD-monopole background fields.
Chair: A.Nakamura	R.Wensley	Magnetic current and chiral symmetry breaking in quenched Lattice Theories
	H.Matsufuru	Monte-Carlo renormalization group and improved actions
	H.Nakajima	Langevin simulation and Monte-Carlo simulation of SU(3) lattice gauge theory
11/Thu.A	M.Nowak	Applications of random matrix models to QCD
	T.Wettig	Random-matrix description of QCD Dirac spectra
Chair: R.Pisarski	O.Kiriyama	Chiral phase transition at finite temperature
	K.Itakura	Chiral symmetry breaking on the light front
11/Thu.B	Y.Musakhanov	A test of the instanton vacuum model with axial anomaly low-energy theorems
Chair: H.Suganuma	M.Iwasaki	Chiral symmetry breaking at finite density in the dual Ginzburg-Landau theory
	M.Huang	Decay widths of excited heavy mesons from QCD sum rules in the leading order of HQET
	H.Christiansen	QCD vacuum and chiral correlators
	Y.Sugiyama:	Lee-Yang zeros and periodic points of renormalization group

Discussion Hours program

2/Tue. 13:15-15:15: Free

5/Fri.

A:13:30-15:30:Non-perturbative renormalization group

13:30-14:30 Short talks (Chair: T.Morris)

C.Harvey-Fros: The c function

J.Sumi: Nonperturbative renormalization group and the gauge invariance

14:30-15:30 (Discussion Leader: T.Morris)

B:13:30-15:30 (Discussion Leader:A.Nakamura)

Renormalization Group and Continuum Limit of lattice gauge theories.

8/Mon. 13:30-15:30:Lessons from vacuum condensates, QCD sum rules, low-energy theorems and all that
13:30-14:15
M.Shifman: Hadrons in the QCD vacuum
14:15-15:30 (Discussion Leader:M.Shifman)

10/Thr.13:30-15:30: Confinement mechanism in lattice gluodynamics
(Discussion Leader:M.Polikarpov, O.Miyamura)
1). Instanton - monopole interrelation.
2). Gauge (in)dependence of the monopole confinement mechanism.
3). Infrared effective action for quantum gluodynamics.
4). Order parameter for the confinement phase.
5). Monopole dynamics, structure of the dual Abrikosov string.
6). Gribov copies and the abelian projection.
7). Monopole confinement mechanism for higher representations of the test quarks.
8). Z2 vortices and confinement.

６．目的・意義

ハドロンを構成しているクォーク・グルオンの力学、量子色力学（ＱＣＤ）は、素粒子の標準模型の一部として、正しいと信じられているが、低エネルギーでの摂動計算が有効でない非摂動的ＱＣＤ領域の問題は、ハドロンの豊富な実験データが蓄積されているにも関わらず、いまだに完全な理論的理解は得られていない。しかし近年、格子ＱＣＤの計算機シミュレーション分野では、超大型並列スーパー計算機の実用化もあり、これまで手つかずだった信頼できる非摂動的ＱＣＤ研究が可能となってきている。一方、解析的なＱＣＤ研究面でも非摂動的繰り込み群方程式研究、超対称ＱＣＤ研究など画期的な進展が最近進みつつある。しかし、両者の研究成果の交流はほとんどはかられていない。このような

時、格子ＱＣＤと解析的ＱＣＤの国内外の第一線のＱＣＤ研究者が集まり、最新の成果に関する招待講演を柱に、十分時間をとって広い視野の下に建設的かつ活発な議論と研究交流で、長年未解決であったＱＣＤの完全な理解に向けて画期的な進展をはかる重要な会議を目指しており、今後のこの分野の研究の進展に大きな刺激を与えることが期待される。

７．会議の状況と成果概要

会議は、１０日間にわたって、午前に３コマ、夕方に２コマ各４０分の講義形式の講演を１－３コマ各招待講師が行った（計５０コマ)。そして、夕方までの２時間を２０分の短い一般講演のセッションが４日間(計３８講演)、それから主催者が企画をした格子ＱＣＤと解析的ＱＣＤの国内外の第一線のＱＣＤ研究者によるテーマを設定したディスカッションの時間、それ以外は出席者間の自由な議論の時間とした。１０日間という長期の集まりは、基礎物理学研究所の新しい企画としての滞在型の国際会議として行われ、招待講師と主な参加者には、机と計算機の利用者アカウントが与えられ、２４時間研究所の機能が利用でき自由に参加者の間や所員その他の研究所滞在者と議論できる形で行われた。全体の登録した参加者数は１４３名であった。
討論内容は１）クォークの閉じ込め機構について２）カイラル対称性の自発的破れの機構、３）Ｕ（１）問題、strong CP 問題、４）ＱＣＤの有限温度相転移、高温相の物理、５）ＱＣＤにおける位相量の役割、６）新しい非摂動的解析的手法の開発等「ＱＣＤの真空構造」にテーマを限定した。
物理面での会議での概要は以下のようである。
解析的な研究の面では、
１９９４年に始まった超対称なＱＣＤの真空構造に関する革命的な進展に関して第一人者の M.Shifman からその本質はどこにあるかという大変に教育的なレビューがされ、更に S-K. Yang によって、弱結合領域での有効理論がインスタントンと呼ばれる位相量の寄与で厳密に計算され、その有効理論の強結合領域がモノポールやダイオンといった別の位相量の物理を記述しているというＱＣＤの非摂動的領域における位相量の役割やインスタントンとモノポールの相互関連などについて大変に寄与海のある報告がされた。更に M.Strassler によって超対称なＱＣＤの新しい相構造や様々な双対性の役割特に Mottonen-Olive の双対性の重要性について、示唆に富む講演がされた。

次に重要な研究面としての非摂動的繰り込み群による研究では、
K-I.Aoki による大変にわかりやすいレビューと自身たちのカイラル対称性の破れに関する画期的な研究について報告があり、そのあと、
C.Wetterich によるＱＣＤへの応用などの研究成果について更に
T.Morris による厳密な取り扱いと問題点の深い解明に関する講演がされ、またディスカッションの時間では、格子理論での数値計算による繰り込み計算との比較や彼らから見た非摂動的繰り込み群による研究の問題点の指摘とくにゲージ理論への適用と閉じ込め問題への適用についての興味ある議論が行われ、お互いに役に立つ交流が行われた。
A.Migdal による無限カラー数極限でのＱＣＤの研究もこれまで発表されたことのない新しい研究成果で普通の無限カラー数極限でのＱＣＤで成り立つループ量間の方程式を超対称空間を持ち込んで一般化し多くの新しい知見が得られると言う興味あるものであった。
その他、V.Zakharov による renormalon と呼ばれる摂動計算に現れる非摂動効果についての発表、D.Zwanziger によるクーロンゲージでの閉じ込めの研究、H.Toki によるＤＧＬ理論に関するレビュー、E.Shuryak によるインスタントン流体模型によるカイラル対称性とハドロンの行列要素に関する研究、R.Pisarski や J-P.Blaizot らによる有限温度ＱＣＤの高温相での研究、I.Zahed による chiral random 行列法の発表、有限密度でのＱＣＤの相転移に関する K.Rajagopal の講演、有限距離でのＱＣＤについての F.Lenz の講演などいずれも興味のある発表であった。
格子理論関係では、
閉じ込め機構の研究に関して、数値計算でアーベリアン射影後のＱＣＤでのモノポール凝縮による閉じ込めという描像について A.Di Giacomo、M.Polikarpov によって基本的考え方についてのレビューと閉じ込めのオーダーパラメーターやアーベリアンドミナンスやモノポールドミナンスについての研究についての発表がされた。さらに、H.Markum によるモノポールとインスタントンとの相関の研究および T.Suzuki によるＱＣＤの赤外有効理論の最近の成果についての発表、K.Schilling による見事なアーベリアンフラックスの研究とＱＣＤの真空がタイプ１と２の境界での超伝導状態であることの発表がされた。更にディスカッションの時間では、ゲージ依存性やインスタントンとモノポールとの関連、Ｚ（Ｎ）モノポールとの関連など格子理論の研究者や解析的研究者からも活発に質問があり有意義な議論が行われた。
さらに、格子理論の連続極限と関連して繰り込み変換や作用の改良に関

しては、K.Kanayaによって改良された作用の立場から有限温度系の格子研究のまとめについて講演が行われ、繰り込み群変換での立場から、P.Hasenfratz, T.DeGrandによってすぐれたレビューと特にインスタントンなどの研究での有効性について講演があった。Y.Kuramashitがウィルソンフェルミオンでのカイラル極限の研究について更にK.Kanaya(Y.Iwasakiの代理)によって多フレーバーでのＱＣＤの相構造についての興味ある発表が行われ、インスタントンなどによる解析的な研究者との活発な議論がされた。
もう一つの大きなテーマは、ＱＣＤでの位相量インスタントンとモノポールのそれぞれの役割と関連についての研究がある。H.Suganuma, O.Miyamuraによって最近の成果が発表された。またU-J.Wieseによって格子ＱＣＤの新しい取り扱い法に関する大変興味のある発表もされた。A.Nakamuraによる大規模計算機によるグルオンノ伝搬子に関する発表もされた。
それ以外では、K.Kondoによる解析的な方法によるＤＧＬ理論の導出の最近の成果とM.ShifmanによるＱＣＤ和則のレビューと我々が今日でも考慮すべきことへの示唆、更にT.KunihiroによるNambu-JonaLasino模型に基づく研究のまとめなど特筆すべき発表であった。
ＱＣＤの真空構造という共通テーマは同じでも、様々な解析的な方法や大規模計算機シミュレーションという全く異なる立場の研究者が集まってお互いに議論するという会議の目的からみて講演知勇の議論とともに３回のディスカッションの時間が大変におもしろかった。非摂動的繰り込み群、ＱＣＤ和則による教訓、閉じ込め機構の３テーマであったが熱中した議論がされた。
普段集まれない分野の人たちが１０日間にわたって大変に過密なスケデュールながら活発に議論をしてお互いに大変にためになり今後の研究の大きな進展のきっかけを築くことができたと思っている。参加者からも口々におもしろかったとの感想をもらっている。このような会議を開催できるように資金面で支援していただいて組織委員会および参加者を代表して心から感謝している。

報告集は後半にまとめて掲載する。

4 研究発表論文リスト

あまりに多量なので、代表者分と主な分担者の最近のものにかぎってのせる。

- H.Kodama, Y.Matsubara and T.Suzuki
  Meson-meson interaction in dual Ginzburg-Landau model.
  Prog.Theor.Phys.98(1997)1345-1354.
- S.Ejiri, S.Kitahara, T.Suzuki and K.Yasuta
  Critical exponents and abelian dominance in SU(2) QCD
  Phys. Lett. B400(1997)163-168.
- N.Arasaki, S.Ejiri, S.Kitahara, Y.Matsubara and T.Suzuki
  Monopole action and monopole condensation in SU(3) lattice QCD
  Phys. Lett. B395(1997)275-282.
- T.Suzuki
  Blockspin transformation of monopoles and infrared effective theories of QCD
  Proceeding of NATO ASI 'Confinement, Duality and Non-perturbative Aspects of QCD' (23 June-4 July 1997, Univ.Cambridge, Cambridge) (Plenum Press)
- N.Nakamura, V.Bornyakov, S.Ejiri, S.Kitahara, Y.Matsubara and T.Suzuki
  Disorder parameter of confinement
  Nucl Phys. B(Proc.Suppl.)53(1997)512-514.
- T.Suzuki, Y.Matsubara, S.Kitahara, S.Ejiri, N.Nakamura, F.Shoji, M.Sei, S.Kato and N.Arasaki
  Three topics of monopole dynamics in abelian projected QCD
  Nucl Phys. B(Proc.Suppl.)53(1997)531-534.
- S.Kitahara, S.Ejiri, T.Suzuki and K.Yasuta
  Critical exponents in abelian projected SU(2) QCD
  Nucl Phys. B(Proc.Suppl.)53(1997)506-508.
- T.Suzuki

Dual lattice blockspin transformation and monopole condensation in QCD
Proceeding of the Conference on 'Continuous Advances in QCD 1996' (28-31 March 1996, Univ.Minnesota, Minneapolis), (World Scientific, 1997)262-271.

- T.Suzuki
  Monopole condensation as the confinement mechanism in QCD
  Proceedings of the International workshop on 'Non-perturbative approaches to Quantum Chromodynamics' (July 10-29, 1995, ECT Trento, Italy).
- T.Suzuki, S.Kitahara, T.Okude, F.Shoji, K.Moroda and O.Miyamura
  Monopoles and hadron spectrum in quenched QCD
  Nucl Phys. B(Proc.Suppl.)47(1996)374-377.
- S.Ejiri, S.Kitahara, Y.Matsubara, T.Okude, T.Suzuki and K.Yasuta
  Study of gauge dependence of monopole dynamics
  Nucl Phys. B(Proc.Suppl.)47(1996)322-325.
- T.Suzuki
  Monopole dynamics and confinement in SU(2) QCD
  Proceeding of German-Japan Seminar 'QCD on Massively Parallel Computers' (March 16-18, Yamagata, Japan), Prog. Theo. Phys. Suppl. 122(1996) 75-83.
- T.Suzuki
  Monopole condensation in lattice SU(2) QCD
  Proceeding of RCNP workshop on Color Confinement and Hadrons 'Confinement95' (March 22-24, Osaka, Japan), (World Scientific, 1996)3-10.

* Monopole dominance for nonperturbative QCD
  H.Suganuma, S.Umisedo, S.Sasaki , H.Toki and O.Miyamura
  Aust. Journal of Physics 50 (1997) 234-243

* Finite tempeature gauge theory on anisotropic lattice

Ph deForcrand,M.Fujisaki,T.Hashimoto S.Hioki,H.Matsufuru, O.Miyamura, A.Nakamura,M.Okuda, M. G. Perez I.O.Stamatescu,Y.Tago and T.Takaishi, Nucl. Phys. B53 (1997) 426 - 428.

* Confinement and topological charge in the abelian gauge of QCD
H.Suganuma, S.Sasaki, H.Ichie, F.Araki and O.Miyamura , Nucl. Phys. B53 (1997) 528 - 530.

* Search for effective lattice action of pure QCD
Ph deForcrand,M.Fujisaki,T.Hashimoto S.Hioki,H.Matsufuru,O.Miyamura, A.Nakamura,M.Okuda, I.O.Stamatescu,Y.Tago and T.Takaishi, Nucl. Phys. B53 (1997) 938 - 941.

* O. Miyamura
Zeromode study of monopole field os SU(2) lattice
German-Japan Joint Seminar on "Quantum Field Theory on Massively parallel Computers" Bielefeld, July 30 - Aug.1 ,1997

* O.Miyamura
Topological Charge from Magnetic Currents of Gauge Field
YKIS97, Kyoto, Dec.1-12, 1997

- M.Iwasaki and T.Iwado
Superconductivity in the Quark Matter,
Phys.Lett. 350B (1995), 163-168.

- M.Iwasaki
Pairing Correlation in Quark Matter,
Prog.Theor.Phys. Supplement No.120(1995), 187-194.

- M.Iwasaki and T.Iwado
Hartre-Bogoliubov Theory of Quark Matter,
Prog.Theor.Phys. 94(No.6) (1995), 1073-1088.

- M.Iwasaki
Many-Quark System –,
Prog.Theor.Phys. 96(No.5) (1996), 1043-1048.

- T. Munehisa, Y. Munehisa
  Study on Ground States of Quantum Spin Systems by Restructuring Method
  Prog.Theor.Phys. Vol.96 No.1 (1996).pp.59-67.
- T. Munehisa, Y. Munehisa
  Quantum Monte Carlo Study of a Extended Hubbard Model on a Two-leg Ladder
  J.Phys.Soc.Jpn.,Vol.66 No.12 (1997)3876-3880
- K-I. Ishikawa, H. Matsufuru, T. Onogi, N. Yamada, S. Hashimoto
  F(B) WITH LATTICE NRQCD INCLUDING O (1/M(Q)**2) CORRECTIONS
  Phys.Rev.D56:7028-7038,1997
- M. Bando, J. Sato, T. Onogi, T. Takeuchi
  PREDICTIONS OF M(B) / M(TAU) AND M(T) IN AN ASYMPTOTICALLY NONFREE THEORY
  Phys.Rev.D56:1589-1597,1997
- B.J. Gough, G.M. Hockney, A.X. El-Khadra, A.S. Kronfeld, P.B. Mackenzie, B.P. Mertens, T. Onogi, J.N. Simone
  THE LIGHT QUARK MASSES FROM LATTICE GAUGE THEORY
  Phys.Rev.Lett.79:1622-1625,1997
- B.J. Gough, G.M. Hockney, A.X. El-Khadra, A.S. Kronfeld, P.B. Mackenzie, B.P. Mertens, T. Onogi, J.N. Simone
  THE LIGHT QUARK MASSES FROM LATTICE GAUGE THEORY.
  Phys.Rev.Lett.79:1622-1625,1997
- S. Aoki, M. Fukugita, S. Hashimoto, N. Ishizuka, H. Mino, M. Okawa, T. Onogi, A. Ukawa
  MANIFESTATION OF SEA QUARK EFFECTS IN THE STRONG COUPLING CONSTANT IN LATTICE QCD
  Phys.Rev.Lett.74:22-25,1995
- Real Space Renormalization Group Analysis of U(1)-Gauge Theory with θ Term in 2 Dimensions

A.S. Hassan, M. Imachi and H. Yoneyama
Progress of Theoretical physics, 93, No.1, (1995), 161-172

- Chiral perturbation theory, finite-size effects, and the three-dimensional XY model
  S. Tominaga and H. Yoneyama
  Physical Review, B51, No.13, (1995), 8243-8523.
- Character Expansion, Zeroes of Partition Function and θ Term in U(1) Gauge Theory
  A.S. Hassan, M. Imachi, N. Tsuzuki and H. Yoneyama
  Progress of Theoretical physics, 94, No.5, (1995), 861-871
- Topological Charge Distribution and CP(1) Model with θ Term
  A.S. Hassan, M. Imachi, N. Tsuzuki and H. Yoneyama
  Progress of Theoretical physics, 95, No.1, (1996), 175-189
- Renormalization Group Analysis of U(2) Gauge Theory with θ Term in 2 Dimensions
  M. Imachi, T. Kakitsuka, N. Tsuzuki and H. Yoneyama
  Progress of Theoretical physics, 97, No.5, (1997), 791-808
- On the Genus Expansion in the Topological String Theory
  T. Eguchi, Y. Yamada and S.-K. Yang
  Rev. Math. Phys. **7** (1995) 279-309
- Duality of Orbifoldized Elliptic Genera
  T. Kawai and S.-K. Yang
  Prog. Thoer. Phys. Suppl. **118** (1995) 277-297
- Topological σ-Models and Large-N Matrix Integral
  T. Eguchi, K. Hori and S.-K. Yang
  Int. J. Mod. Phys. **A10** (1995) 4203-4224
- Prepotentials in $N = 2$ $SU(2)$ Supersymmetric Yang-Mills Theory with Massless Hypermultiplets
  K. Ito and S.-K. Yang
  Phys. Lett. **B366** (1996) 165-173
- Exact Critical Exponents for Pseudo-Particles in the Kondo Problem

S. Fujimoto, N. Kawakami and S.-K. Yang
J. Phys. Soc. Jpn. **64** (1995) 4552-4556

- Higher-Spin Generalization of Fractional Exclusion Statistics
  T. Fukui, N. Kawakami and S.-K. Yang
  J. Phys. Soc. Jpn. **65** (1996) 1617-1621
- Critical Properties of the Calogero-Sutherland Model with Boundaries
  T. Yamamoto, N. Kawakami and S.-K. Yang
  J. Phys. **A29** (1996) 317-327
- Non-Scale-Invariant Topological Landau-Ginzburg Models
  M. Noguchi and S.-K. Yang
  Phys. Lett. **B360** (1995) 35-40
- Prepotentials of $N = 2$ Supersymmetric Gauge Theories and Soliton Equations
  T. Eguchi and S.-K. Yang
  Mod. Phys. Lett. **A11** (1996) 131-138
- Exact Finite Size Spectra in the Kondo Problem and Boundary Conformal Field Theory
  S. Fujimoto, N. Kawakami and S.-K. Yang
  Suppl. J. Kor. Phys. Soc. **29** (1996) S136-S142
- Study of $N = 2$ Superconformal Field Theories in 4 Dimensions
  T. Eguchi, K. Hori, K. Ito and S.-K. Yang
  Nucl. Phys. **B471** (1996) 430-442
- Confining Phase of $N = 1$ Supersymmetric Gauge Theories and $N = 2$ Massless Solitons
  S. Terashima and S.-K. Yang
  Phys. Lett. **B391** (1997) 107-114
- A New Description of the E_6 Singularity
  T. Eguchi and S.-K. Yang
  Phys. Lett. **B394** (1997) 315-322
- N=2 Curves and a Coulomb Phase in N=1 SUSY Gauge Theories with Adjoint and Fundamental Matters

T. Kitao, S. Terashima and S.-K. Yang
Phys. Lett. **B399** (1997) 75-82

- ADE Confining Phase Superpotentials
  S. Terashima and S.-K. Yang
  Univ. of Tsukuba preprint UTHEP-361, hep-th/9706076
  (June, 1997) To appear in Nucl. Phys. **B**
- Flat Coordinates, Topological Landau-Ginzburg Models and the Seiberg-Witten Period Integrals
  K. Ito and S.-K. Yang
  Phys. Lett. **B415** (1997) 45-50
- Lattice QCD solution to the U(1) problem,
  M. Fukugita, Y. Kuramashi, M. Okawa and A. Ukawa,
  Phys.Rev. 51 No. 7 (1995) 3952-3955.
- Manifestaion of sea quark effects in the strong coupling constant in lattice QCD,
  S. Aoki, M. Fukugita, S. Hashimoto, N. Ishizuka, H. Mino, M. Okawa, T. Onogi and A. Ukawa,
  Phys.Rev.l 74 No. 1 (1995) 22-25.
- Pion-nucleon sigma term in lattice QCD,
  M. Fukugita, Y. Kuramashi, M. Okawa and A. Ukawa,
  Phys.Rev. 51 No. 9 (1995) 5319-5323.
- Proton spin structure in lattice QCD,
  M. Fukugita, Y. Kuramashi, M. Okawa and A. Ukawa,
  Phys.Rev.Lett. 75 No. 11 (1995) 2092-2095.
- Hadron scattering lengths in lattice QCD,
  M. Fukugita, Y. Kuramashi, H. Mino, M. Okawa and A. Ukawa,
  Phys.Rev. 52 No. 5 (1995) 3003-3023.
- Phase structure of lattice QCD with Wilson quark action,
  S. Aoki, A. Ukawa and T. Umemura,
  Phys.Rev.Lett. 76 No. 6 (1996) 873-876.
- Structure of critical lines in quenched lattice QCD with the Wilson quark action,

S. Aoki, T. Kaneda and A. Ukawa,
Phys.Rev. 56 No. 3 (1997) 1808-1811.

- Toward Precision Measurement of B_K with Quenched Kogut-Susskind Quarks,
  JLQCD Collaboration, S. Aoki, M. Fukugita, S. Hashimoto, Y. Iwasaki, K. Kanaya, Y. Kuramashi, H. Mino, M. Okawa, A. Ukawa and T. Yoshié,
  Nucl.Phys. (Proc. Suppl.) 47 (1996) 465-468.
- Heavy-Light Matrix Elements with the Wilson Quark Action,
  JLQCD Collaboration, S. Aoki, M. Fukugita, S. Hashimoto, Y. Iwasaki, K. Kanaya, Y. Kuramashi, H. Mino, M. Okawa, A. Ukawa and T. Yoshié,
  Nucl.Phys. (Proc. Suppl.) 47 (1996) 433-436.
- Analysis of Hadron Propagators with One Thousand Configurations on a $24^3 \times 64$ Lattice at $\beta = 6.0$,
  JLQCD Collaboration, S. Aoki, M. Fukugita, S. Hashimoto, Y. Iwasaki, K. Kanaya, Y. Kuramashi, H. Mino, M. Okawa, A. Ukawa and T. Yoshié,
  Nucl.Phys. (Proc. Suppl.) 47 (1996) 354-357.
- Fate of the critical line and chiral transition in finite temperature lattice QCD with the Wilson quark action,
  S. Aoki, A. Ukawa and T. Umemura,
  Nucl.Phys. (Proc. Suppl.) 47 (1996) 511-514.
- Toward the Continuum Limit of B_K with the Quenched Kogut-Susskind Quark Action,
  JLQCD Collaboration, S. Aoki, M. Fukugita, S. Hashimoto, N. Ishizuka, Y. Iwasaki, K. Kanaya, Y. Kuramashi, H. Mino, M. Okawa, A. Ukawa and T. Yoshié,
  Nucl.Phys. (Proc. Suppl.) 53 (1997) 341-344.
- Continuum Limit of the Heavy-Light Decay Constant with the Quenched Wilson Quark Action,
  JLQCD Collaboration, S. Aoki, M. Fukugita, S. Hashimoto, N. Ishizuka, Y. Iwasaki, K. Kanaya, Y. Kuramashi, H. Mino, M. Okawa, A. Ukawa and T. Yoshié,

Nucl.Phys. (Proc. Suppl.) 53 (1997) 355-357.

- Topics in Light Hadron Mass Spectrum in Quenched QCD, JLQCD Collaboration, S. Aoki, M. Fukugita, S. Hashimoto, N. Ishizuka, Y. Iwasaki, K. Kanaya, Y. Kuramashi, H. Mino, M. Okawa, A. Ukawa and T. Yoshié, Nucl.Phys. (Proc. Suppl.) 53 (1997) 209-211.
- B_K with the Wilson Quark Action: A Non-Perturbative Resolution of Operator Mixing using Chiral Ward Identities, JLQCD Collaboration, S. Aoki, M. Fukugita, S. Hashimoto, N. Ishizuka, Y. Iwasaki, K. Kanaya, Y. Kuramashi, H. Mino, M. Okawa, A. Ukawa and T. Yoshié, Nucl.Phys. (Proc. Suppl.) 53 (1997) 349-354.
- Finite-Temperature Phase Structure of Lattice QCD with the Wilson Quark Action for Two and Four Flavors, S. Aoki, T. Kaneda, A. Ukawa and T. Umemura, Nucl.Phys. (Proc. Suppl.) 53 (1997) 438-441.
- Scaling Analysis of Chiral Phase Transition for Two Flavors of Kogut-Susskind Quarks, JLQCD Collaboration, S. Aoki, M. Fukugita, S. Hashimoto, N. Ishizuka, Y. Iwasaki, K. Kanaya, Y. Kuramashi, H. Mino, M. Okawa, A. Ukawa and T. Yoshié, Nucl.Phys. (Proc. Suppl.) 60A (1998) 188-194.
- The Kaon B-parameter with the Wilson Quark Action using Chiral Ward Identities, JLQCD Collaboration, S. Aoki, M. Fukugita, S. Hashimoto, N. Ishizuka, Y. Iwasaki, K. Kanaya, Y. Kuramashi, M. Okawa, A. Ukawa and T. Yoshié, Nucl.Phys. (Proc. Suppl.) 60A (1998) 67-76.
- Full QCD simulation on CP-PACS, CP-PACS Collaboration, S. Aoki, G. Boyd, R. Burkhalter, S. Hashimoto, N. Ishizuka, Y. Iwasaki, K. Kanaya, T. Kaneko, Y. Kuramashi, M. Okawa, A. Ukawa and T. Yoshi, Nucl.Phys. (Proc. Suppl.) 60A (1998) 335-340.
- CP-PACS results for quenched QCD spectrum with the

Wilson action,
CP-PACS Collaboration, S. Aoki, G. Boyd, R. Burkhalter, S. Hashimoto, N. Ishizuka, Y. Iwasaki, K. Kanaya, T. Kaneko, Y. Kuramashi, M. Okawa, A. Ukawa and T. Yoshi,
Nucl.Phys. (Proc. Suppl.) 60A (1998) 14-25.

- Finite-Temperature QCD on the Lattice,
  in *Proceedings of the 1996 International Symposium on Lattice Field Theory*,
  Nucl.Phys. (Proc. Suppl.) 53 (1997) 106-119.
- K. Kanaya and S. Kaya, "*Critical exponents of a three dimensional O(4) spin model*", Phys. Rev. D 51, No.5 (1995) 2404-2410.
- Y. Iwasaki, K. Kanaya, S. Kaya, S. Sakai, and T. Yoshié, "*Nature of the finite temperture transition in QCD with strange quark*", Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) 42 (1995) 499-501.
- Y. Iwasaki, K. Kanaya, S. Sakai, and T. Yoshié, "*Finite temperature transition in two flavor QCD with renormalization group improved action*", Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) 42 (1995) 502-504.
- Y. Iwasaki, K. Kanaya, S. Sakai, and T. Yoshié, "*Chiral phase transition in lattice QCD with Wilson quarks*", Z. Phys. C71, No.2 (1996) 337-341.
- K. Kanaya, "*Deconfining chiral transition in QCD on the lattice*", Prog. Theor. Phys. Suppl. 120 (1995) 25-36.
- Y. Iwasaki, K. Kanaya, S. Kaya, S. Sakai, and T. Yoshié, "*QCD phase transition with strange quark in Wilson formalism for fermions*", Z. Phys. C71, No.2 (1996) 343-346.
- K. Kanaya, "*QCD phase transition with two flavors of Wilson quarks using a RG improved action*", Prog. Theor. Phys. Suppl. 122 (1996) 115-122.
- QCDPAX collaboration: Y. Iwasaki, K. Kanaya, T. Yoshié, T. Hoshino, T. Shirakawa, Y. Oyanagi, S. Ichii, and T.

Kawai, "*Hadron masses and decay constants with Wilson quarks at $\beta = 5.85$ and 6.0*", Phys. Rev. D 53, No.11 (1996) 6443-6464.

- Y. Iwasaki, K. Kanaya, S. Kaya, S. Sakai, and T. Yoshié, "*Finite temperature transition in lattice QCD with Wilson quarks — chiral transitions and the influence of the strange quark —*", Phys. Rev. D 54, No.11 (1996) 7010-7031.
- Y. Iwasaki, K. Kanaya, S. Kaya, S. Sakai, and T. Yoshié, "*Finite temperature QCD with Wilson quarks: A study with a renormalization group improved action*", Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) 47 (1996) 515-518.
- K. Kanaya, "*Finite temperature QCD on the lattice*", Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) 47 (1996) 144-159.
- K. Kanaya, "*Finite temperature phase transition in QCD with strange quark: study with Wilson fermions on the lattice*", Confinement 95, proceedings of international RCNP workshop on color confinement and hadrons (eds. H. Toki, Y. Mizuno, H. Suganuma, T. Suzuki, and O. Miyamura, World Scientific, Singapour), (1996) 119-126.
- K. Kanaya, "*Simulations of the finite temperature QCD phase transition on the lattice*", Proc. International Symposium on *Origin of Matter and Evolution of Galaxies in the Universe* (eds. T. Kajino and S. Kubono, World Scientific, 1997) (1997) 343-353.
- Y. Iwasaki, K. Kanaya, S. Kaya, and T. Yoshié, "*Scaling of chiral order parameter in two-flavor QCD*", Phys. Rev. Lett. 78, No.2 (1997) 179-182.
- Y. Iwasaki, K. Kanaya, T. Kaneko, and T. Yoshié, "*Scaling in SU(3) pure gauge theory with a renormalization group improved action*", Phys. Rev. D 56, No.1 (1997) 151-160.
- Y. Iwasaki, K. Kanaya, T. Kaneko, and T. Yoshié, "*Scaling of the critical temperature and quark potential with a renormalization group improved SU(3) gauge action*", Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) 53 (1997) 429-431.

- Y. Iwasaki, K. Kanaya, S. Kaya, S. Sakai, and T. Yoshié, "*Phase structure of QCD for general number of flavors*", Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) 53 (1997) 449-455.
- K. Kanaya, "*Order of the finite temperature QCD phase transition on the lattice*", to be published in Proc. Third International Conference on Physics and Astrophysics of Quark Gluon Plasma (ICPA-QGP '97) (1998) .
- Non-universal soft scalar masses in superstring theories, Tatsuo Kobayashi, Daijiro Suematsu, Kiyonori Yamada and Yoshio Yamagishi, Phys. Lett. B348 (1995) 402-410
- Radiative Symmetry Breaking in a Supersymmetric Model with an Extra $U(1)$, Daijiro Suematsu and Yoshio Yamagishi, Int. J. Mod. Phys. A10-31 (1995) 4521-4536
- Neutron Electric Dipole Moment under Non-universal Soft SUSY BreakingTerms, Tatsuo Kobayashi, Masahiko Konmura, Daijiro Suematsu, Kiyonori Yamada and Yoshio Yamagishi, Prog. Theor. Phys. 96-3 (1995) 417-433
- Chaotic Inflation Based on an Abelian D-flat Direction, Daijiro Suematsu and Yoshio Yamagishi, Mod. Phys. Lett. A10-38 (1995) 2923-2930
- Proton Stability and Small Neutrino Mass in String Inspired E_6 Models, Daijiro Suematsu, Prog. Theor. Phys. 96-3 (1996) 611-622
- Flavor structure of soft SUSY-breaking parameters, Daijiro Suematsu, Phys. Rev. D54-9 (1996) 5715-5722
- Neutrino oscillation based on the mixings with a heavy right-handed neutrino, Daijiro Suematsu, Phys. Lett. B392 (1997) 413-418
- Effect on the electron EDM due to abelian gaugino in SUSY extra U(1) models, Daijiro Suematsu, Mod. Phys. Lett. A12 (1997) 1709-1718

- $\mu \to e\gamma$ in supersummetric multi U(1) models with an abelian gaugino mixing,
  Daijiro Suematsu, Phys. Lett. B416 (1998) 108-116
- Neutralino decay in the μ-problem solvable extra U(1) models,
  Daijiro Suematsu, Phys. Rev. D57-3 (1998) 1738-1754
- Phenomenological neutrino mass matrix for neutrino oscillations and dark matter,
  Daijiro Suematsu, preprint KANAZAWA-97-19 (hep-ph9711340), to be published in Prog. Theor. Phys. 99-3 (1998)
- Ken-Ichi AOKI, Keiichi MORIKAWA, Wataru SOUMA,Jun-Ichi SUMI and Haruhiko TERAO
  Rapidly Converging Truncation Scheme of the Exact Renormalization Group
  Prog. Theor. Phys. 99 (1998)
- Ken-Ichi Aoki
  Non-perturbative renormalization group approach to the tunneling phenomena
  TT News Letter 3 (1997) 8–17
- Ken-Ichi Aoki
  Non-perturbative Renormalization Group Approach to the Dynamical Chiral Symmetry Breaking in Gauge Theories
  Proc. of Int. Workshop on Perspectives of Strong Coupling Gauge Theories, World Scientific Pub., 1997
- Ken-Ichi Aoki, Keiichi Morikawa, Jun-Ichi Sumi, Haruhiko Terao and Masashi Tomoyose
  Non-Perturbative Renormalization Group Analysis of the Chiral Critical Behavior in QED
  Prog. Theor. Phys. 97 (1997) 479–489
- Ken-Ichi Aoki
  Non-perturbative Renormalization Group Approach to the Dynamical Chiral Symmetry Breaking in QCD

Proc. of Int. Workshop on Recent Developments in QCD and Hadron Physics, 1997, 227–236

- Ken-Ichi Aoki, Keiichi Morikawa, Wataru Souma, Jun-Ichi Sumi and Haruhiko Terao
  The Effectiveness of the Local Potential Approximation in the Wegner-Houghton Renormalization Group
  Prog. Theor. Phys. 95 (1996) 409–420
- K-I. Aoki, K. Morikawa, W. Souma, J. Sumi and H. Terao
  The effectiveness of the local potential approximation in the Wegner-Houghton renormalization group
  Prog. Theor. Phys. 95 (1996) pp.409-420
- K-I. Aoki, K. Morikawa, J. Sumi, H. Terao and M. Tomoyose
  Non-perturbative Renormalization Group Analysis of the Chiral Critical Behavior in QED
  Prog. Theor. Phys. 97 (1997) pp.479-489
- K. Konishi and H. Terao
  CP, Charge Fractionalization and Low Energy Effective Actions in the $SU(2)$ Seiberg-Witten Theories with Quarks
  to appear in Nucl. Phys. B
- K. Konishi, G. Carlino and H. Terao
  Quark Number Fractionalization in N=2 Supersymmetric $SU(2) \times U(1)^{N_f}$ Gauge Theories
  preprint KANAZAWA 97-21, hep-th/9801027
- K-I. Aoki, K. Morikawa, W. Souma, J. Sumi and H. Terao
  Rapidly Converging Truncation Scheme of the Exact Renormalization Group
  to appear in Prog. Theor. Phys. 99 (1998)
- J. Kubo, M. Mondragon, N.D. Tracas and G. Zoupanos
  Gauge-Yukawa Unification in Asymptotically Non-free Theories
  Phys. Lett. B342 (1995) 155-162
- J. Kubo
  Nontrivial Asymptotically Nonfree Gauge Theories and Dynamical Unification of Couplings

Phys. Rev. D52 (1995) 6475-6480

- J. Kubo, M. Mondragon, S. Shoda and G. Zoupanos
  Gauge-Yukawa Unification in susy $SO(10)$ GUTs
  Nucl. Phys. B469 (1996) 3-20
- J. Kubo, M. Mondragon, M. Olechowski and G. Zoupanos
  Testing Gauge-Yukawa-Unified Models by M_t
  Nucl. Phys. B479 (1996) 25-45
- J. Kubo, M. Mondragon and G. Zoupanos
  Perturbative Unification of Soft Supersymmetry-Breakung Terms
  Phys Lett. B389 (1996) 523-532
- J. Kubo, M. Mondragon and G. Zoupanos
  Unification Beyond GUTs: Gauge-Yukawa Unification
  Acta Phys. Polon. B27 (1997) 3911-3944
- Y. Kawamura, T. Kobayashi and J. Kubo
  Soft Scalar Mass Sum Rule in Gauge-Yukawa Unified Models and its Superstring Interpretation
  Phys. Lett. B405 (1997) 64-70.
- T. Kobayashi, J. Kubo, M. Mondragon and G. Zoupanos
  Constraints on Finite Soft Supersymmetry Breaking Terms
  Nucl. Phys. **B** 印刷中
- T. Kobayashi, J. Kubo and G. Zoupanos
  Further all-loop results in softly-broken supersymmetric gauge theories
  Phys. Lett. **B** 印刷中