

平成 21 年 5 月 31 日現在

研究種目：基盤研究 (B)

研究期間：2005～2008

課題番号：17340081

研究課題名 (和文) 岩塩超高エネルギーニュートリノ検出器の研究開発

研究課題名 (英文) Research and development of Radar method in salt neutrino detector for ultra high energy neutrino

研究代表者

千葉 雅美 (CHIBA MASAMI)

首都大学東京・大学院理工学研究科・助教

研究者番号：60128577

研究成果の概要：

超高エネルギーニュートリノ (約 10^{18} eV) は宇宙空間を満たしている宇宙背景輻射 (温度 3K の黒体輻射の光子) と超高エネルギー宇宙線との衝突で定常的に生成されることが確実視されています。巨大質量 (50Gt) の天然岩塩鉱を利用する為にレーダー法の開発研究を行いました。周波数 435MHz の電波を自由空間に設置した岩塩標的に照射し、2MeV の電子ビームを岩塩標的に照射したところ電波反射を観測し、レーダー法の可能性を示しました。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
17年度	6,200,000	0	6,200,000
18年度	5,600,000	0	5,600,000
19年度	2,000,000	600,000	2,600,000
20年度	1,700,000	510,000	2,210,000
年度			
総計	15,500,000	1,110,000	16,610,000

研究分野：

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：超高エネルギーニュートリノ、GZKニュートリノ、岩塩、試料挿入孔封鎖型振動空洞共振器、電波減衰長、レーダー、誘電率、干渉性電波反射

1. 研究開始当初の背景

(1) 超高エネルギーニュートリノは宇宙空間を満たしている宇宙背景輻射 (温度 3K の黒体輻射の光子) と超高エネルギー宇宙線との衝突で定常的に生成されることが確実視されていました。(2) 従来から我々や米国で計画してきた超高エネルギーニュートリノ検出法はニュートリノが岩塩との反応時に発生する電波を検出 (アスカラヤン効果あるいは干渉チェレンコフ効果) します。アスカラヤン効果の発生電波電力は岩塩中の電波減衰長の長い低周波数 10MHz 程度では小さい

ので 100-500MHz 程度での検出が必要となります。(3) UHF 電波が天然岩塩鉱において 200m 以上の電波減衰長を持つとの精度の低い地下構造検出用レーダーによる情報がありました。(4) この電波減衰長では $3 \times 3 \times 3\text{km}^3$ の岩塩体積中に電波検出アンテナを 300m 間隔で立体的に設置しなければならず、100 本の深さ 3km の井戸を掘削する高額な費用を必要とします。(5) 簡略に検出器を建設する可能性としてレーダー法の可能性を検討しました。(6) X線と電子線の照射された岩塩に電波反射効果があるかどうか調

定する計画を立てました。(7) 電波反射効果を岩塩中でレーダー法として利用可能ならば井戸なしで既存の岩塩掘削空間の床面設置の表面アンテナで済みます。検出器建設費用の主要部分である井戸掘削費用を大幅に削減することが可能となります。(8) 超高エネルギーニュートリノと核子の反応断面積は検出数を見積もることに不可欠です。既存の計算はファイマングラフ自動計算プログラムを用いたものはなく Boson exchange 過程のみで高次過程を取り入れたものは存在しませんでした。

2. 研究の目的

(1) 宇宙の高エネルギー状態を調べる上で超高エネルギー宇宙線(主に陽子)は宇宙背景輻射(温度 3K の黒体輻射の光子)との衝突でエネルギーを失い約 1.5 億光年(宇宙サイズの約 1%)以遠の情報をもたらしません。超高エネルギー γ 線の情報はさらに近距離の情報のみです。超高エネルギーニュートリノ($\sim 10^{18}$ eV)のみが宇宙全体の高エネルギー状態の情報をもたらしてくれますが、未だに検出されていません。それは飛来頻度が $1/(\text{km}^2 \cdot \text{day})$ と低く巨大質量の検出媒体を必要とするためです。(2) 岩塩鉱($3 \times 3 \times 3 \text{km}^3$)の巨大質量(50Gt)の検出媒体を利用します。巨大検出媒体におけるニュートリノ反応を検出する為に反応の情報伝達距離の長い電波を伝達媒体とする必要があります。天然岩塩鉱の岩塩試料の電波減衰長を我々の開発した試料挿入孔封鎖型振動空洞共振器の 300MHz と 200MHz の共振器を製作し高精度で電波減衰長を精度よく測定します。(3) X線と電子線の照射された岩塩に電波反射効果があるかどうか測定します。ニュートリノ反応によっても X線と電子線の照射と同様の電離状態が発生しますので電波反射効果が発見されればニュートリノ反応検出に利用可能となります。(4) 検出事象数を精度良く見積もり為に、超高エネルギーニュートリノと核子の反応断面積の計算精度を上げなければなりません。ファイマングラフ自動計算プログラム GRACE を用いて Boson-Gluon Fusion 過程を取り入れて計算します。

3. 研究の方法

(1) 岩塩試料の電波に対する透明度を測定する為に我々が考案製作した試料挿入孔封鎖型振動空洞共振器を利用します。試料挿入により共振の Q ファクターが低下する度合いから電波減衰長を求めます。電波吸収の小さい岩塩試料($\tan \delta = 10^{-4}$)でも高精度測定が可能となるように Q が 10,000 得られる高さ 10cm で TM010, TM020 共振モード共振可能な円筒型共振器 200MHz, 300MHz を製作し、測定しました。岩塩試料は脆く細長い試料へ切

削するのが難しいので低い高さ(10cm)で直径 1cm~3cm の円柱とします。共振器への試料挿入孔から電場が漏れるので試料挿入後に挿入孔に蓋がされます。これは特に、低い高さ(10cm)の円筒型共振器に於いて正しい測定値を得る為に必要です。測定する天然岩塩塊から円柱岩塩試料へ切削します。その時の切削精度のうち、特に試料挿入孔の蓋で挟まれる円柱両端平面の平行性が測定値のバラツキを減らすために重要です。さらに蓋へ力を掛けることで蓋と試料の接触を改善し、測定値のバラツキを低下させます。(2) 放射光 X 線を利用した研究で導波管中の電離された岩塩標的($2 \times 2 \times 10 \text{mm}^3$)へマイクロ波の照射中に、X 線を短時間照射し、マイクロ波反射が起きるかどうかが測定します。さらに岩塩標的の温度上昇あるいは X 線強度と電波反射との関連を調べます。電波反射原因が局所的な温度上昇に伴う誘電率の増加であるならば、他の誘電体においてもこの効果がおきることが推測されます。その結果、南極の氷床も検出媒体として利用可能となります。

(3) 実際の超高エネルギーニュートリノ反応シャワーは 5m 程の長さとなります。X 線照射に利用した岩塩標的は長さ 1cm の短いものです。電波反射効果が低い周波数において自由空間に設置された大きな岩塩標的でも起きるかどうかが確かめます。実際の岩塩鉱に少しでも近い熱的状态で温度上昇が少なく、サイズの大きい岩塩標的($10 \times 10 \times 10 \text{cm}^3$)を用いて、電波反射の実験を行います。微弱照射電波強度に対応して電子ビーム強度は 1 秒当たり 10^{20} eV/s のエネルギーの高強度の電子ビームを必要とします。日本原子力研究機構高崎量子応用研究所 1 号加速器では 2MV で 1mA 以上の電子ビームが得られますのでこの条件を満たします。岩塩試料への電子ビーム照射方向に対して垂直方向へ八木アンテナを設置します。発振器からの信号を八木アンテナへ供給して 435MHz の電波を標的へ 1 分間照射し、その反射電波を同一の八木アンテナで受信します。送信信号と受信信号はサーキュレータで分離します。極微弱な信号を受信するために、高周波ブリッジ回路を利用したゼロ位法を行います。電子ビームを照射しないときの出力をゼロに調整し、電子ビームを照射したときの電波反射信号を増幅、検波してデータロガーに岩塩温度を記録する熱電対信号と同時に記録します。電子ビームの電流を変化させて、電波反射電力の電子電流依存性を測定し電波反射が干渉性を調べます。

4. 研究成果

(1) UHF において岩塩電波減衰長は減衰長が 300m 程度であることが判明しました。周波数 10MHz において、 $\tan \delta$ が周波数に

依存しないと仮定すると、減衰長が7kmにおよぶことが推定されます。周波数10MHzでは人工的に高出力が得られるレーダーパルスを生成可能で、超高エネルギーニュートリノ反応部位からの反射電波を測定可能と推測されました。(2)放射光X線を利用した研究で導波管中の電離された岩塩標的(2×2×10mm³)へマイクロ波の照射行ったところ反射マイクロ波電力は温度上昇に比例し、照射停止後の減衰時間8秒程の電波反射が測定されました。自由空間に設置した岩塩標的(10×10×10cm³)では同様に温度上昇に比例し、40秒ほどの減衰時間でした。両者ともに照射停止後の反射電波の減衰は温度減衰に比べ急激でした。(3)岩塩標的へX線や電子ビームを照射した際の電波電力反射率は10¹⁹eVのエネルギー蓄積に対して~10⁻⁶となりました。電波反射電力は照射エネルギーの2乗に比例して増加しました。この結果は照射により多数のコンプトン反跳電子による局所的熱上昇点が発生し、各点の誘電率が増加し電波反射率が増加します。そして各点からの電波反射波の位相が揃い建設的干渉増幅が起きたとの推測に矛盾しない結果が得られました。(4)超高エネルギーニュートリノと核子の反応断面積をファインマングラフ自動計算プログラムGRACEを用いて高次効果であるBoson-Gluon Fusion過程を取り入れて計算しました。このエネルギー領域(~10¹⁸eV)に於いて今までに計算されていたBoson exchange過程のみに比べると約2倍の反応断面積が得られ、上記の検出器を用いると年間約10事象の超高エネルギーニュートリノ反応が測定可能であることが推定されました。

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 8件)

1) Masami Chiba, Yoko Arakawa, Toshio Kamiyo, Fumiaki Yabuki, Osamu Yasuda, Yuichi Chikashige, Keisuke Ibe, Tadashi Kon, Yutaka Shimizu, Yasuyuki Taniuchi, Michiaki Utsumi, and Masatoshi Fujii: Radar for salt ultra-high-energy neutrino detector and contribution of W-gluon fusion process to collision of neutrinos against protons, *Nuclear Inst. and Methods in Physics Research*, **A604** (2009) S233-S235. 査読有
<http://agenda.infn.it/getFile.py/access?contribId=32&sessionId=17&resId=0&materialId=slides&confId=344>

2) Masami Chiba, Yoko Arakawa, Toshio Kamiyo, Shunsuke Nakamura, Yuji Shibasaki, Yasuhiro Takayama, Yusuke Watanabe, Fumiaki Yabuki, Osamu Yasuda, Akio Amano, Yuichi Chikashige, Keisuke Ibe, Tadashi Kon, Sosuke Ninomiya, Yutaka Shimizu, Yoshito Takeoka, Yasuyuki Taniuchi, Michiaki Utsumi and Masatoshi Fujii, Reflection of Microwave from Energy Deposit by X-ray Irradiation in Rock Salt: Implying Salt Ultra High Energy Neutrino Detector to act like a Radio Bubble Chamber, Proceedings of The 15th international Conference on Supersymmetry and the Unification of fundamental Interactions, Volume I, pp850-853, Published by the University of Karlsruhe in collaboration with Tibun EU s.r.o. First Edition, Bruno 2008, ISBN-978-80-7399-268-2 査読無

http://www.susy07.uni-karlsruhe.de/PROC/ProcSUSY07_FINAL.pdf

<http://lanl.arxiv.org/abs/0710.4186>

3) M Chiba, T Kamiyo, Y Watanabe, M Fujii, Y Shibasaki, Y Takayama, F Yabuki, O Yasuda, A Amano, Y Chikashige, T Kon, S Mori, S Ninomiya, Y Shimizu, Y Takeoka and M Utsumi, Measurement of Attenuation Length for Radio Wave in Natural Rock Salt and Performance of Detecting Ultra High-Energy Neutrinos
Journal of Physics: Conference Series, jpcs.iop.org, Volume 81, (2007) 012003, pp1-7, ARENA2006-Acoustic and Radio EeV Neutrino detection Activities, University of Northumbria, Newcastle, UK, 28-30 June 2006, Published by IOP Publishing, Institute of Physics, London ISSN-1742-6588 査読無

http://www.iop.org/EJ/article/1742-6596/81/1/012003/jpconf7_81_012003.pdf?request-id=d64d61b4-582f-440c-89d6-5e0698c73db6

4) MASAMI CHIBA, YUSUKE WATANABE, YASUHIRO TAKAYAMA, MASATOSHI FUJII, Osamu YASUDA, fumiaki yabuki, yuji shibasaki, TOSHIO KAMIJO, YUICHI CHIKASHIGE, TADASHI KON, AKIO AMANO, YOSHITO TAKEOKA, YUTAKA SHIMIZU, SATOSHI MORI, SOSUKE NINOMIYA
Measurement of attenuation length for UHF radio wave in natural rock salt samples concerning ultra high energy neutrino detection, Proc. of the International Workshop on Energy Budget in the High Energy Universe, Kashiwa, Japan 22-24 February 2006
Edited by Katsuhiko Sato and Junji Hisano,

World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., pp319-322, March(2007) ISBN-13 978-981-270-010-0, ISBN-10 981-270-010-2 査読無

<http://ebhu.astron.s.u-tokyo.ac.jp/abstract/06.html>

5) YUSUKE WATANABE, MASAMI CHIBA, Yasuhiro TAKAYAMA, Masatoshi FujiI, Osamu YASUDA, FUMIAKI YABUKI, YUJI SHIBASAKI, TOSHIO KAMIJO, YUICHI CHIKASHIGE, TADASHI KON, AKIO AMANO, YOSHITO TAKEOKA, YUTAKA SHIMIZU, SATOSHI MORI, SOSUKE NINOMIYA SIMULATION OF SALT NEUTRINO DETECTOR PERFORMANCE FOR ULTRA HIGH ENERGY NEUTRINO DETECTION, Proc. of the International Workshop on Energy Budget in the High Energy Universe, Kashiwa, Japan 22-24 February 2006 Edited by Katsuhiko Sato and Junji Hisano, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., pp315-318, March(2007) ISBN-13 978-981-270-010-0, ISBN-10 981-270-010-2 査読無

<http://ebhu.astron.s.u-tokyo.ac.jp/abstract/05.html>

6) Y. WATANABE, M. CHIBA, O. YASUDA, T. KAMIJO, Y. CHIKASHIGE, T. KON, A. AMANO, Y. TAKEOKA, Y. SHIMIZU, S. MORI, S. NINOMIYA, STRUCTURE FUNCTION OF EXCESS CHARGE IN ROCK SALT, Proc. of the International symposium on Origin of Matter and Evolution of Galaxies 2005: New Horizon of Nuclear Astrophysics and Cosmology, Tokyo, Japan 8-11 November 2005. AIP conference proceedings volume 847. pp. 491-493 April(2006), ISBN 0-7354-0342-2 査読無

<http://www.springer.com/astronomy/practical+astronomy/book/978-0-7354-0342-0>

7) YUSUKE WATANABE, MASAMI CHIBA, OSAMU YASUDA, TOSHIO KAMIJO, YUICHI CHIKASHIGE, TADASHI KON, AKIO AMANO, YOSITO TAKEOKA, YUTAKA SHIMIZU, SOSUKE NINOMIYA, SATOSHI MORI, Electric Field Strength Of Coherent Radio Emission In Rock Salt Concerning Ultra High-Energy Neutrino Detection, Proc. of the international workshop (ARENA2005), DESY, Zeuthen, Germany, World Scientific Publishing Co. Ltd. pp.50-54, April (2006), ISBN 981-256-755-0 査読無

http://books.google.co.jp/books?id=f4EMqVfprrgC&dq=arena+2005+neutrino&printsec=frontcover&source=bl&ots=CSdQstWwQs&sig=rowRHzfvj40S_S0zEHOFUNUQ4Ic&hl=ja&ei=dzAnSqUA8uSkAWehenBg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1#PPA50,M1

8) MASAMI CHIBA, YUSUKE WATANABE, OSAMU

YASUDA, TOSHIO KAMIJO, YUICHI CHIKASHIGE, TADASHI KON, AKIO AMANO, YOSITO TAKEOKA, YUTAKA SHIMIZU, SATOSHI MORI, SOSUKE NINOMIYA, MEASUREMENT OF ATTENUATION LENGTH FOR RADIO WAVE IN NATURAL ROCK SALT SAMPLES CONCERNING ULTRA HIGH ENERGY NEUTRINO DETECTION, Proc. of the International Workshop (ARENA2005), DESY, Zeuthen, Germany, World Scientific Publishing Co. Ltd. pp.25-29 April(2006), ISBN 981-256-755-0

査読無

http://books.google.co.jp/books?id=f4EMqVfprrgC&dq=arena+2005+neutrino&printsec=frontcover&source=bl&ots=CSdQstWwQs&sig=rowRHzfvj40S_S0zEHOFUNUQ4Ic&hl=ja&ei=dzAnSqUA8uSkAWehenBg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1#PPA25,M1

〔学会発表〕(計 24 件)

1) 伊部圭介、近 匡、清水裕、近重悠一、荒川葉子、千葉雅美、上條敏生、安田修、矢吹文昭、沼沢栄佑、内海倫明、平勝良、藤井政俊、岩塩ニュートリノ検出器の為の超高エネルギーニュートリノと核子の反応断面積への Boson-gluon fusion 効果、日本物理学会第 64 回年次大会 講演番号: 27aSG-14、2009年3月27日、立教学院池袋キャンパス

<http://kds.kek.jp/categoryDisplay.py?cateId=51>

2) 荒川葉子、千葉雅美、上條敏生、安田修、矢吹文昭、沼沢栄佑、伊部圭介、近 匡、清水裕、近重悠一、内海倫明、平勝良、藤井政俊、岩塩ニュートリノ検出器の為の V・UHF 帯における電波減衰長の精密測定、日本物理学会第 64 回年次大会 講演番号: 27aSG-13 2009年3月27日、立教大学、

<http://kds.kek.jp/categoryDisplay.py?cateId=51>

3) 千葉雅美、荒川葉子、上條敏生、安田修、矢吹文昭、沼沢栄佑、伊部圭介、近 匡、清水裕、近重悠一、内海倫明、平勝良、藤井政俊、岩塩ニュートリノ検出器の為の電子線照射による電波反射の温度依存性、日本物理学会第 64 回年次大会、講演番号: 27aSG12、2009年3月27日、立教学院池袋キャンパス

<http://kds.kek.jp/categoryDisplay.py?cateId=51>

4) 沼沢栄佑、千葉雅美、荒川葉子、上條敏生、安田修、矢吹文昭、伊部圭介、近 匡、清水裕、近重悠一、内海倫明、平勝良、藤井政俊、岩塩ニュートリノ検出器のための電波反射の岩塩温度依存性、日本物理学会第 64 回年次大会、講演番号: 27aSG-11 2009年3月27日、立教学院池袋キャンパス

<http://kds.kek.jp/categoryDisplay.py?cateId=51>

[tegId=51](#)

5) 千葉雅美、荒川葉子、上條敏生、中村俊介、安田 修、矢吹文昭、伊部圭介、近匡、清水裕、近重悠一、二宮壯介、内海倫明、谷内康行、藤井政俊、岩塩ニュートリノ検出器の為の電子線照射による電波反射実験 日本物理学会 2008年秋季大会、講演番号: 21pSJ-5、2008年9月21日、山形大学小白川キャンパス

<http://kds.kek.jp/categoryDisplay.py?categoryId=51>

6) 荒川葉子、千葉雅美、上條敏生、中村俊介、安田 修、矢吹文昭、伊部圭介、近匡、清水裕、近重悠一、内海倫明、谷内康行、藤井政俊、岩塩ニュートリノ検出器の為のV・UHF帯における岩塩減衰長の測定、日本物理学会 2008年秋季大会講演番号: 21pSJ-4 2008年9月21日、山形大学小白川キャンパス

<http://kds.kek.jp/categoryDisplay.py?categoryId=51>

7) 伊部圭介、近匡、清水裕、近重悠一、荒川葉子、上條敏生、千葉雅美、安田修、矢吹文昭、内海倫明、谷内康行、藤井政俊、岩塩ニュートリノ検出器の為の超高エネルギーニュートリノと核子の反応断面積、日本物理学会 2008年秋季大会、(講演番号) 21pSJ-3 2008年9月21日、山形大学キャンパス

<http://kds.kek.jp/categoryDisplay.py?categoryId=51>

8) 中村俊介、上條敏生、千葉雅美、荒川葉子、安田修、矢吹文昭、伊部圭介、近匡、清水裕、近重悠一、二宮壯介、内海倫明、谷内康行、藤井政俊、平面アンテナの特性と岩塩での応用、日本物理学会 63回年次大会 講演番号: 26aZJ-5、2008年3月26日、近畿大学本部キャンパス

<http://kds.kek.jp/categoryDisplay.py?categoryId=51>

9) 荒川葉子、上條敏生、千葉雅美、中村俊介、安田 修、矢吹文昭、伊部圭介、近匡、清水裕、近重悠一、二宮壯介、内海倫明、谷内康行、藤井政俊、岩塩ニュートリノ検出器の為のγ線照射による岩塩からの電波反射実験、日本物理学会 63回年次大会 講演番号: 26aZJ-4、2008年3月26日、近畿大学本部キャンパス

<http://kds.kek.jp/categoryDisplay.py?categoryId=51>

10) 千葉雅美、荒川葉子、上條敏生、中村俊介、安田 修、矢吹文昭、伊部圭介、近匡、清水裕、近重悠一、二宮壯介、内海倫明、谷内康行、藤井政俊、岩塩ニュートリノ検出器の為のX線照射による岩塩からのマイクロ波反射測定、日本物理学会 63回年次大会 講演番号: 26aZJ-3、2008年3月26日、近畿大学本部キャンパス

11) 二宮壯介、伊部圭介、近匡、清水裕、近重悠一、荒川葉子、上條敏生、千葉雅美、中村俊介、安田修、矢吹文昭、内海倫明、谷内康行、藤井政俊、岩塩ニュートリノ検出器の為の300MHz共振器の改良とUHF帯における岩塩減衰長の測定、日本物理学会 63回年次大会 講演番号: 26aZJ-2、2008年3月26日、近畿大学本部キャンパス

12) 伊部圭介、近匡、清水裕、近重悠一、二宮壯介、荒川葉子、上條敏生、千葉雅美、中村俊介、安田修、矢吹文昭、内海倫明、谷内康行、岩塩ニュートリノ検出器の為のUHFニュートリノ核子散乱計算、日本物理学会 63回年次大会 講演番号: 26aZJ-1 2008年3月26日、近畿大学本部キャンパス、

13) 荒川葉子、上條敏生、千葉雅美、中村俊介、安田 修、矢吹文昭、伊部圭介、近匡、清水裕、近重悠一、二宮壯介、内海倫明、谷内康行、超高エネルギーニュートリノ検出のための岩塩電離状態からの反射電波の精密測定、日本物理学会 第62回年次大会 講演番号: 21pZB-6、2007年9月21日、北海道大学札幌キャンパス

14) 中村俊介、荒川葉子、上條敏生、千葉雅美、安田修、矢吹文昭、伊部圭介、近匡、清水裕、近重悠一、二宮壯介、内海倫明、谷内康行、藤井政俊、超高エネルギーニュートリノの検出のための岩塩中電磁シャワーからのダイポールアンテナによる電波検出シミュレーション、日本物理学会 第62回年次大会 講演番号: 21pZB-5 2007年9月21日、北海道大学札幌キャンパス、

15) 千葉雅美、上條敏生、柴崎祐治、高山泰弘、中村俊介、藤井政俊、安田 修、矢吹文昭、荒川葉子、天野晶夫、近匡、清水裕、竹岡義人、近重悠一、二宮壯介、内海倫明、岩塩超高エネルギーニュートリノ検出のためのダイポールアンテナでのファインマン公式を用いた新しい放射電場計算法、日本物理学会 2007年春季大会 講演番号: 28aSK-9、3月28日、首都大学東京南大沢キャンパス

16) 荒川葉子、上條敏生、柴崎祐治、高山泰弘、千葉雅美、中村俊介、藤井政俊、安田 修、矢吹文昭、天野晶夫、近匡、清水裕、竹岡義人、近重悠一、二宮壯介、内海倫明、超高エネルギーニュートリノ検出のための岩塩中電磁シャワーからの電波反射の研究 日本物理学会 2007年春季大会 講演番号: 28aSK-8、3月28日、首都大学東京南大沢キャンパス

17) 中村俊介、荒川葉子、上條敏生、柴崎祐治、高山泰弘、千葉雅美、藤井政俊、安田 修、矢吹文昭、天野晶夫、近匡、清水裕、竹岡義人、近重悠一、二宮壯介、内海倫明、超高エネルギーニュートリノの検出のための岩塩中電磁シャワーからの電波検出シミュレ

ーション日本物理学会 2007 年春季大会
講演番号：28aSK-7、3 月 28 日、首都大学東京南大沢キャンパス

18) 天野晶夫、近匡、清水裕、竹岡義人、近重悠一、二宮壮介、荒川葉子、上條敏生、柴崎祐治、高山泰弘、千葉雅美、中村俊介、藤井政俊、安田修、矢吹文昭、内海倫明、超高エネルギーニュートリノ検出のための UHF 帯における天然岩塩試料の複素誘電率測定、日本物理学会 2007 年春季大会 講演番号：28aSK-6、3 月 28 日、首都大学東京南大沢キャンパス

19) 渡邊勇介、千葉雅美、上條敏生、安田修、藤井政俊、高山泰弘、矢吹文昭、柴崎祐治、近重悠一、近匡、清水裕、竹岡義人、天野晶夫、二宮壮介、森聡史、内海倫明、超高エネルギーニュートリノ検出のための電磁シャワー構造関数を用いた電波発生と検出、日本物理学会第 61 回年次大会、講演番号：30aWL-9、2006 年 3 月 30 日、愛媛大学

20) 柴崎祐治、高山泰弘、千葉雅美、藤井政俊、安田修、矢吹文昭、上條敏生、渡邊勇介、森聡史、天野晶夫、近匡、清水裕、竹岡義人、近重悠一、二宮壮介、内海倫明、超高エネルギーニュートリノ検出のための、ファインマン公式を用いた岩塩中ダイポールアンテナによる電波検出、日本物理学会第 61 回年次大会 講演番号：30aWL-8、2006 年 3 月 30 日、愛媛大学

21) 森聡史、天野晶夫、近匡、清水裕、竹岡義人、近重悠一、二宮壮介、上條敏生、柴崎祐治、高山泰弘、千葉雅美、藤井政俊、安田修、矢吹文昭、渡邊勇介、内海倫明、超高エネルギーニュートリノ検出のための天然岩塩試料の電波減衰長の測定、日本物理学会第 61 回年次大会、講演番号：30aWL-7、2006 年 3 月 30 日、愛媛大学

22) 上條敏生、千葉雅美、天野晶夫、竹岡義人、近匡、近重悠一、清水裕、UHF 帯における試料挿入孔封鎖型摂動共振器を用いた複素誘電率測定法、電子情報通信学会 2005 年エレクトロニクスソサイエティ大会 C-2-44、2005 年 9 月 20 日、北海道大学 札幌キャンパス

23) 渡邊勇介、千葉雅美、上條敏生、安田修、近重悠一、近匡、清水裕、竹岡義人、天野晶夫、二宮壮介、森聡史、日本物理学会 2005 年秋季大会、講演番号：14pSB-8、2005 年 9 月 14 日、大阪市立大学杉本キャンパス

24) 竹岡義人、近重悠一、近匡、清水裕、天野晶夫、上條敏生、千葉雅美、安田修、渡邊勇介、超高エネルギーニュートリノ検出のための天然岩塩試料の電波減衰長データの解析、日本物理学会 2005 年秋季大会、講演番号：14pSB-9、2005 年 9 月 14 日、

大阪市立大学杉本キャンパス

[その他]

この研究に関連する URL

http://www.jahep.org/technology/salt_neutrino.pdf

http://hiug.jp/wave/snd/snd_intro_top.htm

<http://heall.phys.metro-u.ac.jp/research/snd/snd.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

千葉 雅美 (CHIBA MASAMI)

首都大学東京・大学院理工学研究科・助教
研究者番号：60128577

(2) 研究分担者 (平成 17 年度～平成 19 年度)

上條 敏生 (KAMIJO TOSHIO)

首都大学東京・大学院理工学研究科・助教
研究者番号：70117703

近重 悠一 (CHIKASHIGE YUICHI)

成蹊大学・理工学部・教授

研究者番号：50146932

近 匡 (KON TADASHI)

成蹊大学・理工学部・教授

研究者番号：90095935

清水 裕 (CHIKASHIGE YUICHI)

成蹊大学・理工学部・助手

研究者番号：90095935

藤井 政俊 (FUJII MASATOSHI)

島根大学・医学部・准教授

研究者番号：60183927

内海 倫明 (UTSUMI MICHIAKI)

東海大学・工学部・准教授

研究者番号：00256166

(3) 連携研究者 (平成 20 年度)

上條 敏生 (KAMIJO TOSHIO)

首都大学東京・大学院理工学研究科・助教

研究者番号：70117703

近重 悠一 (CHIKASHIGE YUICHI)

成蹊大学・理工学部・教授

研究者番号：50146932

近 匡 (KON TADASHI)

成蹊大学・理工学部・教授

研究者番号：90095935

清水 裕 (CHIKASHIGE YUICHI)

成蹊大学・理工学部・助手

研究者番号：90095935

藤井 政俊 (FUJII MASATOSHI)

島根大学・医学部・准教授

研究者番号：60183927

内海 倫明 (UTSUMI MICHIAKI)

東海大学・工学部・准教授

研究者番号：00256166

(4) 研究協力者

矢吹 文昭 (YABUKI FUMIAKI)

首都大学東京・大学院理工学研究科・客員

研究員