

ハチロク世代

Hatena::Group::generation1986

超対称粒子の質量推定と 暗黒物質の密度

東京大学理学部物理学科
岩本 祥 / みしよ

ハチロク世代

Hatena::Group::generation1986

あぶすとらくと

- 暗黒物質の正体が何であるかについては、これまでに様々な議論が為されてきた。その有力な候補の1つに、「最も軽い超対称粒子」がある。もし暗黒物質の全てがこれによって出来ているならば、次世代の線型加速器での素粒子実験によって、暗黒物質の密度を推定することができる。
- その推定は、既にFengらにより行われている。彼らの推定は測定器の影響を考慮しない形で行われたものであった。
- 我々は今回、更に測定器の影響を考慮に入れることによって、実際の実験によって得られる「より現実的な」不確かさを求めようと試みた。

ハチロク世代

Hatena::Group::generation1986

あぶすとらくと

- 暗黒物質の正体が何であるかについては、これまでに様々な議論が為されてきた。その有力な候補の1つに、「最も軽い超対称粒子」がある。もし暗黒物質の全てがこれによって出来ているならば、次世代の線型加速器での素粒子実験によって、暗黒物質の密度を推定することができる。
- その推定は、既にFengらにより行われている。彼らの推定は測定器の影響を考慮しない形で行われたものであった。
- 我々は今回、更に測定器の影響を考慮に入れることによって、実際の実験によって得られる「より現実的な」不確かさを求めようと試みた。

何コレ？

ハチロク世代

Hatena::Group::generation1986

あぶすとらくと

- 暗黒物質の正体が何であるかについては、これまでに様々な議論が為されてきた。その有力な候補の1つに、「最も軽い超対称粒子」がある。もし暗黒物質の全てがこれによって出来ているならば、次世代の線型加速器での素粒子実験によって、暗黒物質の密度を推定することができる。
- その推定は、既にFengらにより行われている。彼らの推定は測定器の影響を考慮しない形で行われたものであった。
- 我々は今回、更に測定器の影響を考慮に入れることによって、実際の実験によって得られる「より現実的な」不確かさを求めようと試みた。

POINT?

でもそのまえに

じこしょうかい
などします。

みしょです。

- テレビに出る奴はバカ。
- リア充爆発しろ！
- PHP (笑)

でおなじみの

ハチロク世代
Hatena:Group:generation1986

みしょです
(I▽\#

ハチロク世代
Hatena:Group:generation1986



~~かがみんは俺の嫁。~~

かがみん=俺。(←結論)

ハチロク世代
Hatena:Group:generation1986

自己紹介～所属～

- 東京大学 理学部 物理学科 (卒業)
→ 東京大学 理学系研究科 物理学専攻
修士課程 (素粒子論)
- ハチロク世代 (リア貧クラスト)
- AB型(I▽\#

ハチロク世代
Hatena:Group:generation1986

自己紹介～興味のあること～

- 素粒子物理学 (理論)
 - 物質は何から出来ているのか?
 - この宇宙はどうなってるの?
 - きれいな形で宇宙の法則を表現できないかな?
 - そもそもこの宇宙って何なの?
- 特に量子色力学の周辺や、あるいはLattice上の場の理論 (数値simulationなども) に興味がある。

ハチロク世代

Hatena::Group::generation1986

自己紹介～興味のあること～

- 生物情報科学
 - 僕はどこにいますか？
 - 私の「設計図」は何？その設計図はどのように作られたの？
 - そもそも生命って何？
 - 進化や生命現象を綺麗な形で（数式などで）表現できないか？
 - 興味の中心はgenome周辺。蛋白質進化がDNA進化とどう結びついているか、などが気になっている。

ハチロク世代

Hatena::Group::generation1986

自己紹介～興味のあること～

- 語学
 - どうして世界には沢山の言葉があるの？
 - そのそれぞれの言葉はどのように出来たの？
 - Deutsch ⇨ 読み書きと日常会話ならできる。
 - LATINA ⇨ 普通の文章なら読める。
 - العربية ⇨ むちゃくちゃ頑張れば普通の文章も読める。
 - 2008年度は中国語のよてい。

ハチロク世代

Hatena::Group::generation1986

自己紹介～経歴～

- 1986年1月4日、大分県佐伯市で生まれる。
 - まさにハチロク！
- その後、大分県南海部郡弥生町で育つ。
 - が、合併により消滅 (ノヴ)アチャー
- 2004年3月、大分県立佐伯鶴城高校卒業。
- 2004年4月、東京大学理科2類入学。

そんなこんなで今に至る。

地図

ハチロク世代

Hatena::Group::generation1986

自己紹介～趣味～

- 旅行（特に電車の旅）
 - 47都道府県制覇 (´・ω・`)J
 - これからはあじあに行くなどしたい。
- ぴあの
 - 加古隆の曲しか弾かない。
- ぷよぷよ・テトリス
- プログラミング
 - バイトでRuby on RailsやJavaScript、趣味でPerlやC。
 - PHP（笑）
 - Javaはモチ（笑）
 - 関数型言語をそろそろやりたい。

ハチロク世代
Hatena:Group:generation1986

それでは本題に
はいります。

ハチロク世代
Hatena:Group:generation1986

まずさいしょに

ハチロク世代
Hatena:Group:generation1986

物質は何から
出来ているか

ハチロク世代
Hatena:Group:generation1986

について考える
などませう。

ハチロク世代

Hatena::Group::generation1986

物質は何から出来ているのか。

- 19世紀の科学者
「物質は原子から出来ている。」
- 20世紀初頭の物理学者
「原子は原子核と電子から出来ている。」
- 1930年頃の物理学者
「原子核は陽子と中性子から出来ている。」
(Heisenberg, Chadwick等)

ハチロク世代

Hatena::Group::generation1986

物質は何から出来ているのか。

つまり

物質は陽子と中性子と電子から出来ている。

?

結論

ということになっていた。

ハチロク世代

Hatena::Group::generation1986

物質は何から出来ているのか。

ところがそう上手くは行かなかった。

ちょうどその頃、この3つの粒子だけでは説明出来ない現象が見つかった。(β崩壊)

Pauliは1930年に、次のように主張した。

ハチロク世代

Hatena::Group::generation1986

物質は何から出来ているのか。

「他の物質とほとんど相互作用をしないような粒子があれば、β崩壊の機構が説明出来る。ってことで、この世界にはそのような粒子が存在するはずだ!!!!!!」

ハチロク世代 Hatena:Group:generation1986

物質は何から出来ているのか。

これが「ニュートリノ」の提唱である。

どう考えても強引に見える話だが、しかし neutrino の存在は β 崩壊をととても良く説明する。

そして、neutrino は実際に1950年代に発見された。

ハチロク世代 Hatena:Group:generation1986

物質は何から出来ているのか。

他にも沢山の新粒子が理論的に予言され、或いは実験的に発見された。

例えば、

- 光は波であると同時に粒子でもある。(光子)
- 実は Neutrino は3種類あるんだ Z E ☆
- 実は電子とちょうど反対の性質を持つ「陽電子」なんてもあるんだ Z E ☆
- 他にも J/ψ 粒子とか μ 粒子とか π 中間子とかも発見しちゃったんだ z e ☆

ハチロク世代 Hatena:Group:generation1986

物質は何から出来ているのか。

で、まあ紆余曲折を経まして。

現在のところ、

この宇宙にある**全ての**物質は、次に挙げる『素粒子』が組み合わせられて出来ている。

ということになっています。

ハチロク世代 Hatena:Group:generation1986

物質は素粒子から出来ている。

■ 素粒子の一覧

- | | |
|-----------|-----------------|
| □ Quark | □ Lepton |
| ■ Up | ■ 電子 |
| ■ Down | ■ μ 粒子 |
| ■ Strange | ■ τ 粒子 |
| ■ Charm | ■ 電子ニュートリノ |
| ■ Top | ■ μ ニュートリノ |
| ■ Bottom | ■ τ ニュートリノ |

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

物質は素粒子から出来ている。

■ 素粒子の一覧

- 反Quark
 - 反Up
 - 反Down
 - 反Strange
 - 反Charm
 - 反Top
 - 反Bottom
- 反Lepton
 - 陽電子
 - 反 μ 粒子
 - 反 τ 粒子
 - 反電子ニュートリノ
 - 反 μ ニュートリノ
 - 反 τ ニュートリノ

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

物質は素粒子から出来ている。

■ 素粒子の一覧

- Gauge粒子 (力を伝える粒子)
 - 光子 (photon)
 - 重力子 (graviton)
 - Zボソン
 - W^+ ボソン, W^- ボソン
 - グルーオン
- Higgs粒子 (物質に質量を与える粒子)
(Higgs粒子のみ未発見だが、もうすぐ発見される予定。)

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

物質は素粒子から出来ている。

■ 具体例) 水は何からできてるの？

- 水は H_2O 分子から出来ています。
- H_2O は水素原子2つと酸素原子1つから出来ています。
- たいていのばあい,
 - 水素原子は陽子1個と電子1個から,
 - 酸素原子は陽子8個と中性子8個と電子8個から出来ています。
- 電子は素粒子です。
- 陽子はup up downがグルーオンにより結合したものです。
- 中性子はup down downが同じくグルーオンにより結合したものです。

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

物質は素粒子から出来ている。

■ 具体例) 水は何からできてるの？

- 結局, 水は
 - 電子10個
 - アップクォーク28個
 - ダウンクォーク26個から出来ているわけです。

※もちろん, クォークを結び付けているのはgluonですし, 原子核と電子の間に働く力はphotonによるものです。
また, 水に質量を与えているのはHiggs粒子です。
ってことでこれを「水の構成要素」に含めても良いのかも
しれません。

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

素粒子のくせに多すぎだろ。(上野氏)

- 確かに『基本の粒子』が31種もあるのは微妙に思うかも知れませんが、実は

この模型（標準模型）は、数式の上ではとてもシンプルに表現されている

ので、物理学者はこれを見て「素晴らしい」と考えるのです。

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

素粒子のくせに多すぎだろ。(上野氏)

- ちなみに、これらの素粒子をもっと統一的に扱いたい、という方向に進んで行った人々が『弦理論』を生み出しました。

- 弦理論では、

- この4次元世界で「素粒子」として見えているものは、実は10次元時空上の弦（ひも）の振動の様子である。

として、これら素粒子の性質や、blackholeの性質を、よく説明しています。

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

素粒子のくせに多すぎだろ。(上野氏)

- 或いは、弦理論より更に大きな理論として、『M理論』という理論も作られています。
- この理論では、素粒子は11次元時空上の膜として記述されるらしいです。

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

ちょっと脇道に
それました。

本筋にもどるな
どしませう。

標準模型

- 標準模型 (復習)
 - Quark (6種)
 - u, d, s, c, t, b
 - Lepton (6種)
 - 電子, μ , τ
 - ニュートリノ 3種
 - これらの反粒子 (12種)
 - 力を媒介する粒子 (6種)
 - 光子, 重力子, グルーオン, Z, W^\pm
 - Higgs粒子 (1種)

標準模型は完璧な理論ではない! (1)実験結果との不一致

- 標準模型だけでは説明できない現象がある。
 - 銀河の回転速度が理論値よりも速すぎる。
 - 銀河団の質量が理論値よりもでかすぎる。
 - 宇宙は理論上はガンガン縮んでいるはずなのに、何故か膨張を続けている。

標準模型は完璧な理論ではない! (1)実験結果との不一致

- なにか目に見えない物質がある!!!???
 - 電子とか陽子とかQuarkとか, そんなレベルじゃない, もっと全く知られていない物質が無いとつじつまが合わない!!!
- ⇨『暗黒物質 (ダークマター)』の提唱。
 - ダークマターが, 見える物質の6倍ぐらいあれば, 先ほどの諸現象は説明できる!

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

標準模型は完璧な理論ではない! (余談)

- でもダークマターがあったとしても、それでも宇宙の膨張は説明できないよ?
- ⇨『ダークエネルギー』の提唱。

(このあたりについてはあまり真面目に勉強していないので、この説明はゲンミツでは無いかも知れません。)

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

標準模型は完璧な理論ではない! (1)実験結果との不一致

- じゃあダークマターって何なのよ? 見えない物質って何よ?
 - 2000年頃までは『ニュートリノじゃね? あいつ相互作用しないし。』と言われていた。
 - が、ニュートリノはちょっと軽すぎて、それだけだと全然足りないことが分かった。
 - じゃあ一体なんなのよ!?

それはとりあえずおいといて.....

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

標準模型は完璧な理論ではない! (2)理論的な問題点

- ニュートリノの質量はこの理論ではゼロ。
 - でも、カミオカンデによって質量はゼロではないということがわかった。
- Weinberg角の不定性のため、電磁気力と弱い相互作用の完璧な統一が出来ていない。
- 電荷の量子化が説明できない。
- Higgs粒子の質量が無限大になってしまう。

などなど、理論そのものにも沢山の問題がある。

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

標準模型は完璧な理論ではない! (2)理論的な問題点

- これらの諸問題を解決するために、1970~80年頃に、標準模型を拡張した『超対称性理論』(Super SYmmetry : SUSY) が提唱された。

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

超対称性理論(SUSY)

CPT対称性

- SUSYでは、この世の中の基本的な対称性
 - 荷電共役対称性
 - 電子と陽電子はよく似ている。Quarkと反quarkも同様。
 - Parity対称性
 - 鏡像変換しても現象は同じように起こる。
 - 時間反転対称性
 - ビデオを逆再生しても自然な現象のように見える。

の他に、もう1つ

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

超対称性理論(SUSY)

- 『Bosonとfermionの間の対称性』
を仮定する。(詳細は省略する)

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

超対称性理論(SUSY)

- 簡単に言えば、標準理論の全ての粒子に、
『超対称パートナー』
という粒子が存在することを仮定する。

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

超対称性理論(SUSY)

- Quark

u	s	t	su	ss	st
d	c	b	sd	sc	sb
反u	反s	反t	反su	反ss	反st
反d	反c	反b	反sd	反sc	反sb

超対称性理論(SUSY)

■ Lepton

電子	μ	τ	se	s μ	s τ
ν_e	ν_μ	ν_τ	スニュートリノ(3種)		
陽電子	反 μ	反 τ	s陽電子	反s μ	反s τ
反ニュートリノ(3種)			反スニュートリノ(3種)		

超対称性理論(SUSY)

■ その他の粒子

光子	フォティーノ
グラビトン	グラビティーノ
グルーオン	グルイーノ
Wボソン	ウィーノ
Zボソン	ズイーノ
Higgs粒子	ヒッグシーノ

いやだから多すぎだって。(上野氏)

- 確かに『基本の粒子』が62種もあるのは微妙に思うかも知れませんが、実は

この超対称理論も、数式の上では
とてもシンプルに表現されている

ので、物理学者はこれを見て「素晴らしい」と考えるのです。

いやだから多すぎだって。(上野氏)

- ちなみに、超対称性まで取り込んだ弦理論のことを

超弦理論

といいます。

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986



ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

まとめ。

- 物質は何から出来ている？という問いに対し、標準模型はとても良い回答だった。
- それによれば、物質は
 - クォーク（陽子や中性子などを構成する）
 - レプトン（電子やニュートリノなど）
 - その他のいくつかの粒子によって出来ている。

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

まとめ。

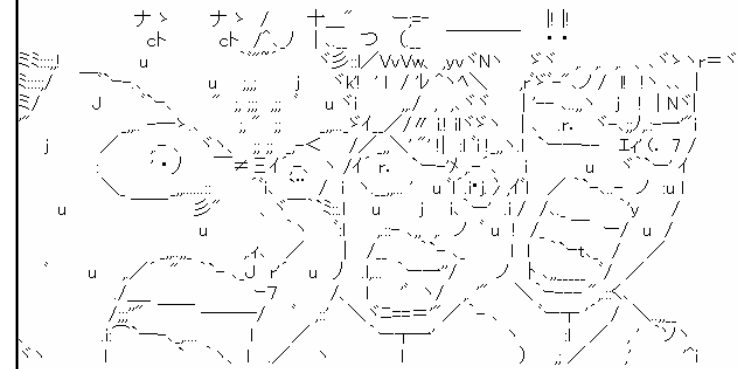
- ただし、標準模型には問題点があった。
 - 理論的に若干の問題があった。
 - ⇨ 超対称性理論を導入することにより解決。（ただし実験的検証はこれから行われる。）
 - 標準模型だけでは説明出来ない現象が発見された。
 - ⇨ ダークマター（全く観測できない物質）が大量にある??
 - ⇨ じゃあダークマターって何なのよ??

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986



超対称性粒子が
ダークマターな
んじゃないね???



SUSY粒子はダークマターなのか？

- SUSY粒子は未発見なので、「ダーク」マターの良い候補です。
- 特に、最も軽いSUSY粒子(LSP)が筆頭候補となっています。
- なぜなら、R-parityとよばれる量が保存すると仮定するとLSPは他の粒子に変化しないからです。
- 他の粒子に変化しない、目に見えない粒子。本研究では、ダークマターがLSPのみから出来ていると仮定して話を進めました。

これが現在の物
理学の最前線
です。

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

では、これから
今回の卒研の内
容に移ります。

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

でも時間がないので、ここからは
ちょっとペースを
速めて行きます。

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

あぶすとらくと

- 暗黒物質の正体が何であるかについては、これまでに様々な議論が為されてきた。その有力な候補の1つに、「最も軽い超対称粒子」がある。もし暗黒物質の全てがこれによって出来ているならば、次世代の線型加速器での素粒子実験によって、暗黒物質の密度を推定することができる。
- その推定は、既にFengらにより行われている。彼らの推定は測定器の影響を考慮しない形で行われたものであった。
- 我々は今回、更に測定器の影響を考慮に入れることによって、実際の実験によって得られる「より現実的な」不確かさを求めようと試みた。

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

なにをやったのか。

- これから作る線型加速器による素粒子実験により、宇宙全体におけるダークマターの密度を推定することができます。
- そこで僕は
 - どれくらい時間をかけて実験すれば
 - 密度をどれだけ精度良く確定できるか。を調べました。

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

なにをやったのか。

- もちろん、これは大事なシミュレーションなので、7年ほど前に、Fengらによって既に行われています。
- でも、Fengらによる測定では、加速器のシミュレーションが若干『理想的』なものになっています。特に、測定器の測定誤差を考慮に入れていない点がビミョーです。

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

なにをやったのか。

- だから、僕たちは測定器の誤差を初めとする様々な『現実的』な状況を加味しました、そして『実際に行う実験そのもの』のレベルで、先の2点
 - どれくらい時間をかけて実験すれば
 - 密度をどれだけ精度良く確定できるかを調べました。

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

そんなことして何の意味があるわけ?
↓
(川上氏)

そんなこともわ
からないのですか?
(M i s h o)

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

そんなことして何の意味があるわけ?

- 加速器の建設にはとてもお金がかかります。
- 特に今回話している『次世代の線形加速器』には、なんと数千億円かかるとかいう話です。
- もちろん、加速器を動かして実験するのもお金がかかります。
- 例えば今回シミュレートした反応は、電子を光速の99.999999994%にまで加速させて正面衝突させるものなので、電気代も大変です。

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

そんなことして何の意味があるわけ？

- だから、必要な加速器だけを作り、必要な実験を必要十分な時間だけ行うことが不可欠なのです。
- その意味で、予め「だいたい何週間ぐらいやれば、ダークマターの密度が（これまでよりも）精度良く定まるか」を調べておくのは、非常に重要なことなのです。

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

では、実際にどのように実験したのかに移ります。

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

だいぶ専門的ですので聞き流してもOKです。

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

方法(1: 使用した理論)

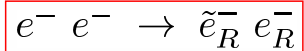
- SUSYのモデルとして、mSUGRAモデルを用いた。
 - このモデルは時代遅れ(obsolete)なものであるが、簡単なので現在でも良く用いられている。
- その結果、LSP（ダークマターの第一候補）は、ニュートラリーノ $\tilde{\chi}_0$ という粒子になる。
※ニュートリノとは一切関係ありません。
- ニュートラリーノの質量はおよそ95GeV。
これは陽子の約100倍、最も重いquark (top quark) のおよそ半分。結構重い方である。

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

方法(2: 加速器のシミュレート)

- 以上の理論を用いて、コンピューター上で、



という素粒子反応をシミュレートした。

- この反応は、電子と電子がぶつかって、電子のSUSYパートナーであるスエレクトロンになる、という反応である。
- Pandora Pythiaというプログラムを用いた。

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

方法(3: 測定器の誤差などを含める)

- 更に、StdHEPというプログラムを用いることで、実際の(加速器を用いた)実験における測定器の測定誤差をシミュレートした。
- **これが本研究のポイント!**
- **実際の加速器での実験とほとんど同じ状況!**

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

これまでの過程で、
ニュートラリーノの
質量が(不確かさ込みで)推定できます。

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

その不確かさを、
ダークマター密度
の不確かさへと射
影させます。

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

方法(4: ダークマターの密度を計算)

- 最後に、ISAJETというプログラムを用いて、『ニュートラリーノ $\tilde{\chi}_0$ の質量が $\times\times$ のときの、ダークマターの密度』を計算します。
- 特に、加速器のシミュレートにより求めた質量の不確かさ $\Delta m_{\tilde{\chi}_0}$ について、
$$m = m_{\tilde{\chi}_0} \pm \Delta m_{\tilde{\chi}_0}$$
の時のダークマターの密度を計算すればおk。

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

な？よくわからない
だろ？

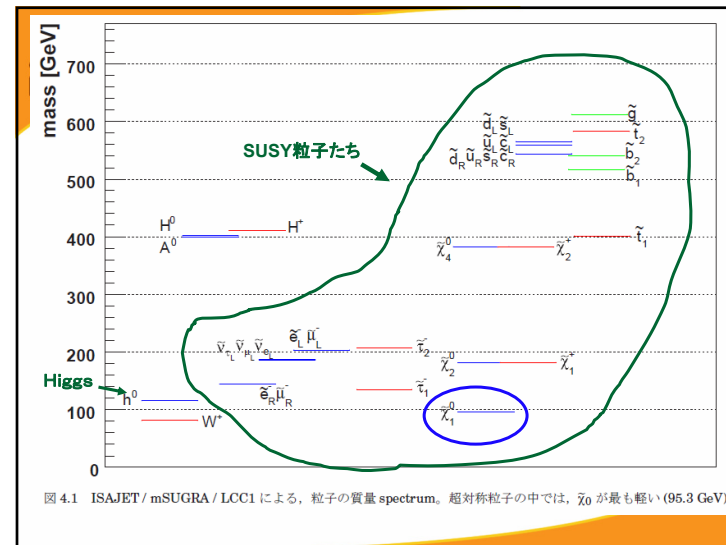
まあそれはさておき
結果でもみてくれ。

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

結果 (1)超対称粒子の質量

- まずは、今回用いたモデルでは粒子の質量がどうなっているか、を見ました。
- 特にここでは、最も軽い超対称粒子が、ニュートラリーノであることを確認しました。



ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

結果 (2)加速器実験のしみゅれーと

- 次に，加速器実験によって得られる質量の精度を調べました。
- その結果，

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

結果 (2)加速器実験のしみゅれーと

- 実験を112時間おこなうと，

$$\Delta m_{\tilde{e}_R} = 0.0584\text{GeV}$$

$$\Delta m_{\tilde{\chi}_0} = 2.58\text{GeV}$$

なる精度で質量が分かる。

注1: 112時間という値には特に意味はない。加速器の(予定されている)スペックによる。

注2: 誤差は1σに対応する。

注3: この2つは、「スエレクトロン(電子のSUSYパートナー)」と、ニュートラリーノである。

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

結果 (2)加速器実験のしみゅれーと

- ちなみに

$$m_{\tilde{e}_R} = 150.0 \pm 0.0584\text{GeV}$$

$$m_{\tilde{\chi}_0} = 95.3 \pm 2.58\text{GeV}$$

なので，スエレクトロンについては質量が精度良く定まるが，ニュートラリーノはちょっと微妙である。

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

結果 (2)加速器実験のしみゅれーと

- この Δm を求めるのが本実験の最大のヤマ。この数字に，測定器の不確かさなど，諸々の努力が詰め込まれている。
- が，詳しくは非常にめんどくさいので省略する。

ハチロク世代

Hatena::Group::generation1986

結果 (2)加速器実験のしみゅれーと

- また、この値を求めるときに、現象論的手法により（つまり若干いい加減に）解析を行った。
- 本来は理論ベースの手法により行うべきであったが、ふさわしい理論が見あたらなかったため改善されていない。

ハチロク世代

Hatena::Group::generation1986

よし。

ハチロク世代

Hatena::Group::generation1986

次は
おまちかねの

ハチロク世代

Hatena::Group::generation1986

ダークマター
密度です！

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

結果 (3)ダークマター密度

- 7年前のFengらの結果 (やや理想的)

$$\Delta(\Omega h^2) = 0.0042$$

- 今回の我々の結果
(不確かさを加えた現実的なもの)

$$\Delta(\Omega h^2) = 0.00042$$

あ.....れれ.....???

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

結果 (3)ダークマター密度

- 色々検討したが、昨年の学生実験では別の方法により

$$\Delta(\Omega h^2) = 0.0009 \quad (\text{Yonekura et al.})$$

が得られているので、どうやらFengが間違っているっぽい感じである。

- 或いは使用したプログラムに致命的な間違いがあった?

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

まあともかく、
結果はこんなかんじ。

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

以下ダークマ
ター密度につ
いての考察。

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

考察 (1) 先行研究との比較

- 先ほども述べたように、先行するFengらの研究と比較すると

$$\Delta(\Omega h^2) = 0.0042, \quad 0.00042$$

(Feng et al.) (Misho et al.)

である。

- → 僕らもFengも、結果を再検討すべき。
- → (Fengが1ヶタ勘違いしていたとすると) 測定器による影響は殆ど無視できる!

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

値の違いは問題ではない。
僕らが時代遅れの模型をつかったためである。

考察 (2) 人工衛星による測定

- ダークマター密度については、WMAP衛星による宇宙背景放射の微小揺らぎの測定により

$$\Omega h^2 = 0.1277^{+0.0080}_{-0.0079}$$

という結果が得られている。

- 一方我々の結果は **精度が20倍にもなっていることが重要!**

$$\Omega h^2 = 0.1950 \pm 0.00042$$

である。

ハチロク世代

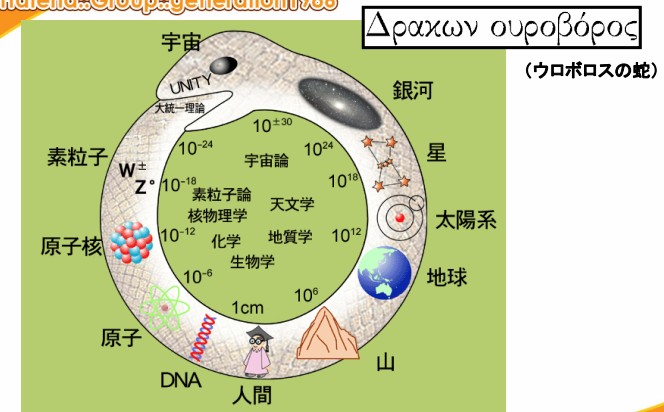
Hatena:Group:generation1986

考察 (2) 人工衛星による測定

- 1つの値を,
 - 人工衛星による宇宙の観測
 - 加速器による素粒子実験という2つの全くスケールの違う実験で求められることはすばらしい!

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986



※ KEKのうえぶさいとから無断で転用しちゃいました(ノマ)アチャー

以上で卒研の
話は終わり。



余談 (1)ダークマター密度

- WMAPの観測結果によると、宇宙は
 - ダークエネルギー 76% (±5%)
 - ダークマター 19% (±4%)
 - 我々のよく知っている物質4.2% (±0.5%)
からできている。
(ただし宇宙が平坦だと仮定したとき。)

余談 (2)今後の素粒子物理学

- 2008年に、スイスのCERNにおいて、LHC (Large Hadron Collider) が稼働。
 - 27kmの、円形の加速器。
 - 陽子と陽子を超高速でぶつけるなどする。
 - Higgs粒子が発見される予定。
 - 超対称性理論の初めての実験的検証。
 - 超対称粒子が発見される!?
 - ブラックホールが出来るなどするかもしれない。
- ちなみにおねだんは数百億円。

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

余談 (2)今後の素粒子物理学

- 更に、ILC (International Linear Collider) の建造が計画されている。
 - 本実験で述べた「次世代の線形加速器」。
 - ダークマターの密度を精度よく求める。
 - 超対称性理論の本格的な検証。
 - おねだんは数千億円。
 - あまりにも高価すぎるので、イギリスやアメリカが及び腰になるなどして、計画の先行きは何ともびみょーな状態(ノV)アヤ-

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

ご静聴ありがとうございました。

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

補足

- 本ふれぜんの元になったレポート (卒論相当) は,
 - http://www.misho-web.com/phys/papers/bachelor_thesis.pdf より閲覧可能です。
- 本実験は、岩崎昌子 講師 (東京大学理学系研究科物理学専攻) の指導の下で、私 (岩本 祥) および、本橋隼人 (同専攻修士課程) により共同で行いました。

ハチロク世代

Hatena:Group:generation1986

補足

- 参考文献や謝辞等は、前掲のレポートをご覧ください。
- 特に、本プレゼンの作成にあたり
 - Spergel et al. Astrophysical Journal Supplement Series, 170, 377 (2007) [astro-ph/0603449].
 - かがみん
 - KEKの蛇の図
 - な、なんだってー!!を参考にさせて (或いは勝手に利用させて) 頂きました。