

毎月1回1日発行・2006年3月1日発行（通算883号）・1948年11月24日第3種郵便物認可・ISSN0022-7625

Science Journal K A G A K U

3 科学

V O L . 7 6 N O . 3 M A R . 2 0 0 6

特集

意識・脳・身体の 接続へ

デカルトの夢と
最新脳科学



感情と脳の相互作用 R. エイドルフ・土谷尚嗣 / 脳理論の創始者としてのデカルト 小泉義之
 マインド・リーディングは可能か 神谷之康 / 性ホルモンがおこす不思議 佐久間康夫
 細谷俊彦 / 芋阪直行 / 池上高志 / 信原幸弘 / 土谷尚嗣

それでも急速に前進するヒトES細胞研究 中辻憲夫

〈総説〉

ネットワーク的思考で生命現象をよみとく

杉峰伸明・大塚一路・有田正規・合原一幸

「ふゆみずたんぼ」：稲作に生物多様性をとりこむ試み

伊藤豊彰

北極振動と海水温から大寒波を読む 前田修平

岩 波 書 店



カミオカの地底から

小さな実験の底力

第10回



横山広美 (サイエンスライター)

よこやま ひろみ

<http://www.hiromiyokoyama.com>

金沢城。瓦の下の鉛が実験に使われる。
提供: 石川県金沢城・兼六園管理事務所。

戦艦「陸奥」や金沢城の屋根を使う

戦艦「陸奥」をご存知だろうか？ 1921(大正10)年に竣工され人気を誇った陸奥は、弾薬庫の爆発によって沈没した戦艦だ。1970年になって海から引き上げられたが、その鉄材は実験材料に適しているという。

「金沢城の瓦の下に敷かれた鉛をいただいたこともあるんですよ」

もちろん貴重なものだから、しかるべき手段を通じてね、と説明する蓑輪眞・東京大学教授は、もう十数年「ダークマター(暗黒物質)」を探す実験をしている。宇宙にある物質の約85%を占めているダークマターは、素粒子物理、宇宙物理の分野の研究者が「必ずある」と確信しているにもかかわらず、未だ発見されていない。

ダークマターの候補は、ニュートラリーノとアクシオン。どちらも理論が予測した素粒子だ。それぞれ観測方法が異なるが、いずれにしても実験で観測できるのは稀であるという。

「レアイベント(稀な現象)を見る実験は、常に擬似信号になる“バックグラウンド”との戦いです」
と蓑輪は言う。バックグラウンドになるのは、自然界の放射線だ。宇宙から降り注ぐ宇宙線や、岩石に含まれているわずかな放射性物質からの放射線が、本来の信号をおおってしまう。バックグラウンドをいかに排除するか。これがダークマターを探す研究者の第1の課題だという。

地下実験場のカミオカへ

実験装置に入ってくる自然放射線は、放射性

物質に汚染されていない“きれいな”金属で遮蔽するのがよい。金属は遮蔽に優れた原子番号の大きなものが適している。しかし、きれいな金属を探すのがなかなか難しい。戦後に日本でつくられている鉄には、極微量の放射性物質が入っている。溶鉱炉に放射性同位体のコバルト60が使われているためだ。そこで戦前の鉄材が注目され、陸奥の船体が実験に使われるようになったのだ。

また、遮蔽によく使われる鉛は、つくられてから時間が経ったものがよい。時間が経つと、鉛の放射性同位体の鉛210が減って“きれい”になる。歴史のある加賀100万石の城に使われた鉛は実験にぴったりだ。

遮蔽に使う金属に苦労するのは日本人物理学者だけではない。蓑輪の知人のイタリア人物理学者は、地元の漁師に頼んで古代ローマ時代の船を引き上げ、その鉛を使ったという。

放射線をなるべく減らすためには、材料はもちろん、よい環境の実験場を選ぶことが大切だ。宇宙線のバックグラウンドを減らすには、地中深くにもぐるのがいちばんである。カミオカは、山の頂上から1000m下という、地下を必要とする人たちにとって非常によい実験場だ。

大きな実験と小さな実験

蓑輪研出身の若手には豪腕が多い。第9回で紹介したXMASS実験でも、蓑輪研出身者が多く活躍している。

「10人以下でやる小さな実験で、一から十まで自分でできる人を育てたい」

この教育方針が功を奏している。蓑輪は加速器実験の出身。素粒子物理学の実験は、大型の加速器を使う実験と、加速器を使わない“非加速器実験”に分けられる。前者では、数百人の研究者がともに仕事を進めるため分業が多く、ある種の“政治”が必要になってくる。蓑輪はそこにフラストレーションを感じた、という。

「大型実験のすごいのは、必ず結果がでること。それに対してダークマターは、質量もほかの物質との相互作用の強さもわからない」

つまりダークマター探しでは、アイデアが勝負の比較的小さな実験で世界をリードできるのだ。実際、蓑輪グループが初めて試みて、ほかの実験が後追いしてくることも多い*1。

ダークマターの風向きを調べる

蓑輪グループがカミオカで最近試みたのが“指向性のある実験”である。つまり、ダークマターの飛んできた方向の検出を試みたのだ。

ダークマターは宇宙の中に一様にあるのではなく、銀河をとりまいている。そして物質として固まっているのではなく、銀河の中をランダムに飛び回っている。一方、私たちの銀河は回転している。つまり銀河の腕部分に位置する太陽系は、ダークマターの海の中を回転運動していることになる。視線を地球に移して考えると、私たちは秒速 230 km でダークマターの中を進んでいる。つまり“ダークマターの風”を受けながら動いているのだ(図1)。

地球が自転していることを考えれば、朝夕でダークマターの風の強さや向きが変わる。これがダークマター探索の決め手になるのだ。

蓑輪研では、ダークマターの到来方向によって、放射する光の量が異なる結晶を使った。日

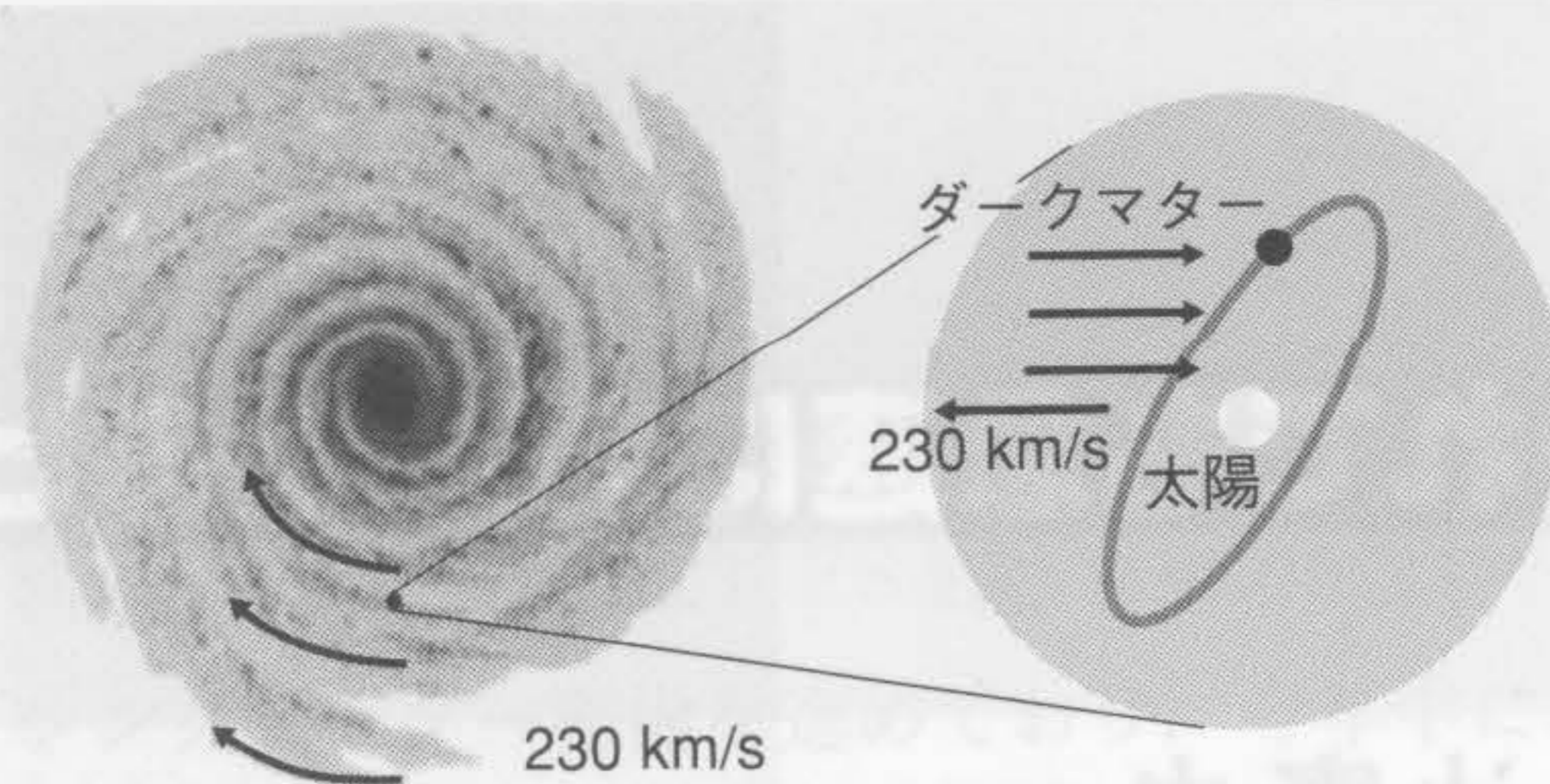


図1—ダークマターは銀河の中をランダムに飛び回っている。しかし、銀河が秒速 230 km で回転しているため、銀河に含まれる太陽系には“ダークマターの風”が秒速 230 km で吹き付けていることになる。地球の自転のため風向きは朝夕で変わる。

変化を調べたが、結晶の大きさがまだ小さく、ダークマターの発見には至っていない。

NEWAGE—新しい時代へ

京都大学でもダークマターを検出する野心的な試みが行われている。ダークマターの発見はもちろん、その指向性、運動まで観測しようという「NEWAGE*2 計画」だ。

この実験で使うのは、ガスが詰まった「マイクロ TPC*3」検出器。ダークマターによってガスの原子核が跳ね飛ばされ、ガスがイオン化する。このイオンが平面に到達する時間を観測すれば 3 次元の飛跡がわかる。ダークマターの信号の決め手になる朝夕の変化の方向をこれまで以上の精度で決めることができ、さらにダークマターの運動エネルギーを観測できる。

「この実験は暗黒物質探索の“新しい時代”の幕を開く可能性があるのです」

蓑輪研出身者のひとり、NEWAGE 実験を立ち上げた宇宙線研究室の身内賢太朗助手はこう説明する。今年の夏には装置をカミオカに持って行って、本格的に実験を始めたいという。カミオカは日本における一大地下実験場になりつつある。(文中敬称略)

*1 蓑輪研が最初に試みた太陽アクシオンを探す望遠鏡(“望遠鏡ものがたり”「地下から宇宙をのぞく」<http://www.s.u-tokyo.ac.jp/ken/telescope/04.html>)を、欧州原子核研究所のグループが大型化し、CAST 実験を始めた。また、スピんに依存するダークマターを検出できるフッ化物による熱量系型検出器は、蓑輪研が初めて使った後、フランスのエーデルワイス実験が使い始めた。

*2 New generation WIMP search with an Advanced Gaseous tracking dEvice の略。

*3 京都大学独自の技術を用いた 3 次元飛跡検出器。