

最前線レポート

我が国の科学技術の研究開発などに貢献した研究者を表彰する「科学技術分野の文部科学大臣表彰」のうち、科学技術の発展に寄与する可能性の高いすぐれた研究成果に贈られる「研究部門」を受賞された電子制御工学科 福田京也教授。

ご専門は量子電子工学と原子時計とのことで、今回の最前線レポートでは、その受賞内容とともにこれからの抱負についても伺いました。

超高感度磁気センサのためのCPT及び光磁気共鳴の研究

度 科学技術分野の文部科学大臣表彰



電子制御工学科 福田 京也 教授

専門分野:

レーザー物理
量子エレクトロニクス
原子標準

担当科目:

電気回路 1, 2
電子工学
量子力学 など

◆ 受賞おめでとうございます。今のご感想をお願いします。

ありがとうございます。これまで地道に研究してきた成果が認められて、とてもうれしいですね。私はこれまでに多くの人に恵まれ、環境に恵まれ、また機会にも恵まれました。今回の受賞は私だけの力ではなく、共同研究者、電子制御工学科の教職員の方々、校長先生、事務職員の方々、家族等…、多くの方々のご支援の賜物と思っています。本当に感謝の気持ちでいっぱいです。

◆ 受賞に至った研究内容について教えてください。

私はこれまで原子時計の研究を行ってきました。原子時計とは、原子の出す電波の波を数えて1秒を作り、それを積算して時計にした装置のことです。現在、1秒の長さ「秒は Cs(セシウム)133 原子の基底状態の二つの超微細準位の間遷移に対応する放射の周期の9192631770 倍の継続時間である」と定義されています。この定義通りの1秒を作る装置の研究開発を行ってきました(図1は2006年まで情報通信研究機構において国家標準器として稼働していた原子時計、精度は500万年に1秒の誤差です)。腕時計には水晶振動子が入っていて、その振動数をカウントし、1秒を作っています。原子時計も同様で、原子固有の共鳴周波数を測定し、時計として動作させます。ところが、原子は周囲の磁場の影響により、共鳴周波数が変化します。正確な時計を作るためには、原子の周りの磁場を完全に排除しなくてはなりません。しかしこれは逆から見れば、原子は高感度な磁気センサになり得ることを示しています。そこで、時計としての精度は悪くても、より実用的でコンパクトな原子時計の研究を行いました(図2)。レーザー光に直接マイクロ波信号を重畳し、原子の透過光強度を測定します。周波数が秒の定義に用いる9192631770Hzとぴったりに一致したときに、原子の光吸収が抑えられ、CPT(coherent population trapping)共鳴信号が得られます。このとき原子に磁場を加えると共鳴周波数が変化することがわかりました(図3)。また、(株)日立製作所と共同研究を行い、レーザー光による光ポンピング効果により、原子の光強度変化を顕著に検出する方法を開発、光磁気共鳴信号を観測することに成功しました。

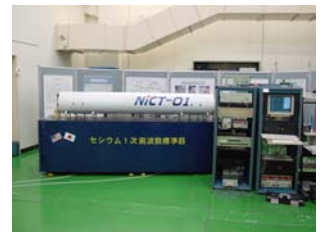


図1 セシウム1次周波数標準器

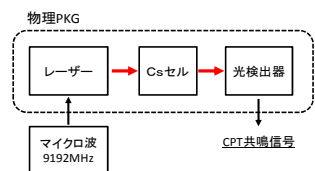


図2 超小型原子時計

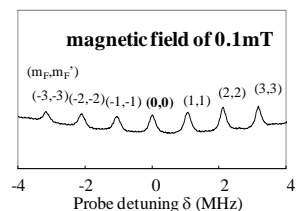


図3 磁場印加時のCPT信号

本研究により、従来、生体磁場のような極微弱磁気信号計測に用いられている超伝導量子干渉素子(SQUID)磁束計を凌駕する超高感度化、低価格・小型化の可能性を示すことができ、今回の受賞に至りました。本成果は、心臓疾患の早期発見に有効と考えられている心臓磁場計測のコア技術として医療技術の進歩に寄与することが期待されています。

◆ これから高専で、どのようなことに取り組んでいきたいですか？

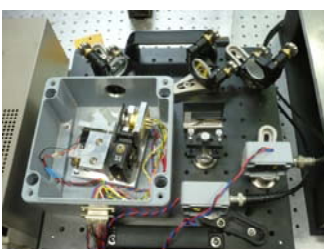


図4 開発中の可変波長レーザー光源 (発振波長を精密制御)

私の研究室では、レーザーと原子との相互作用を用いて、今回受賞したような役に立つ装置の基礎研究に力を入れています。今、「秒」の定義はCs原子のマイクロ波周波数で決まっていますが、もっと周波数の高い光周波数を基準にしようという研究が進んでいます。その研究では、電子回路やパソコンを用いたレーザーの制御技術や電子や原子の運動制御技術は特に重要な要素技術です。実は、これらは本科で学生が学んでいる技術であり、最先端の研究にもつながっているのですよ。先端がどうなっているかを見ておくことは、技術者や研究者としての幅を広げるので、本科でしっかり学んだ学生さんと一緒に実験して、彼らを伸ばしつつ、これからも社会の役に立つ装置の研究開発に取り組んでいきたいですね。