

スマートフォンナビアプリを日常的に使う人は多い。画面上で自分の位置がリアルタイムに更新される様子は、いまや当たり前の光景である。この位置情報を支えているのがGNSS（全球測位衛星システム）である。アメリカのGPSがよく知られているが、ロシアのGLONASS、欧州のGalileo、日本の準天頂衛星システム「みちびき」など、同様の仕組みを持つ衛星群を総称してGNSSと呼ぶ。現在、地

身近に潜む技術の不思議

衛星を使って、地上にいる自分の位置がわかるのであろうか。学生に尋ねると「衛星がこちらの位置を把握してそれを送信してくれている」と答えることがある。一見もっともらしく聞こえるが、その方法では膨大な計算や通信が必要となってしまううえ、プライバシーの面でも現実的ではない。実際には逆で、衛星はただ「時刻情報を含んだ信号を送り続けている」だけであり、位置を計算しているのは受信機をもつ私たちのスマートフォン側である。

どこかにあることになる。さらに三つの衛星を用いれば、三つの球の交点として位置を特定できる。これは高校で学ぶ連立方程式の問題として理解することができる。ただし、ここに重要な問題がある。受信機側の時計の精度である。衛星は高精度な原子時計を搭載しているが、スマートフォンに入っている時計は比較的簡易なものにすぎない。電波は1秒で約30万キロ進むため、時計にわずか1秒分のずれがあるだけで、約3000キロの誤差が生じる。この影響を取り除くため、GNSSでは四つ目の衛星を利用する。位置（緯度・経度・高度）に加え、「受信機の時計のずれ」を含めた四つで連立方程式を立てて計算することで、誤差を同時に補正しているのである。

衛星で自分の位置が

わかる仕組み

上約2万キロの軌道には100機以上の測位衛星が周回している。

しかし少し考えてみてほしい。なぜ、はるか上空の



名城大学理工学部准教授
日黒 淳一

めぐろ・じゅんいち 専門は移動センシング、衛星測位、ITS、移動ロボット。早稲田大学大学院理工学研究科博士後期課程修了。博士（工学）。

高精度の時計を搭載し、信号を発信した正確な時刻を電波に載せて送る。受信機はそれを受け取り、「発信時刻」と「受信時刻」の差から電波が届くまでにかかった時間を求める。電波は光の速さで進むため、その時間に光速を掛ければ衛星までの距離がわかる。これは小学校で学ぶ「距離＝速さ×時間」の応用にほかならない。

一つの衛星との距離がわかると、自分の位置はその衛星を中心とする球面上の

何気なく使っているナビ機能の裏側には、小学校から高校までに学ぶ数学や物理、さらには相対性理論までが組み合わされている。次に地図アプリを開くと

い浮かべてもらえると、研究者としてはうれしい限りである。

