

Q. マクスウェルの業績について教えてください。



A. 「マクスウェル」が James Clerk Maxwell (ジェームズ・クラーク・マクスウェル、1831-1879) を指すとなると、電気電子通信工学を学ぶ上で最も重要な物理学者の一人です。

マクスウェルの主な業績

1. マクスウェル方程式の確立

最大の業績は、電気と磁気の法則を統一的に記述した「マクスウェル方程式」です。

現在の形では次の4つの方程式で表されます。

- ガウスの法則（電場）
- ガウスの法則（磁場）
- ファラデーの電磁誘導の法則
- アンペール・マクスウェルの法則

これらにより、

- 電場が変化すると磁場が生じる
- 磁場が変化すると電場が生じる

ことが理論的に説明されました。

2. 電磁波の存在を予言

マクスウェル方程式から、

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$$

という波の伝搬速度が導かれます。

この速度を計算すると光速と一致しました。

そこでマクスウェルは

光は電磁波の一種である

と結論づけました。

さらに、

光以外にも様々な周波数の電磁波が存在する

ことを予言しました。

後にヘルツが実験的に電波を発見し、マクスウェルの理論の正しさが証明されました。

3. 光学と電磁気学の統一

それまで別々に研究されていた

- 電気
- 磁気
- 光

を一つの理論体系にまとめました。

これは物理学史上初の「統一理論」の成功例とされています。

4. 気体分子運動論への貢献

マクスウェルは統計物理学の創始者でもあります。

気体分子の速度分布を導き、

マクスウェル速度分布

$$f(v)$$

を提案しました。

後にボルツマンが発展させ、

マクスウェル・ボルツマン分布

として知られるようになりました。

これは熱力学や統計力学の基礎です。

5. カラー画像の原理の提案

RGB（三原色）の考え方を実験的に示した人物でもあります。

1861年には

- 赤
- 緑
- 青

の3色フィルタを用いたカラー写真の実演を行いました。

現代の

- ディスプレイ
- テレビ
- スマートフォン

の表示原理につながっています。

電気電子通信工学との関係

電気電子通信工学科の学生にとって、マクスウェルの理論は特に重要です。

例えば、

- アンテナ工学
- 電磁波工学
- マイクロ波工学
- ミリ波工学
- 光通信
- 無線通信
- レーダー

はすべてマクスウェル方程式から出発します。

実際、アンテナから電波が放射される現象も、

$$\nabla \times H = J + \frac{\partial D}{\partial t}$$

というアンペール・マクスウェルの法則によって説明されます。

そのため、

ニュートンが力学の父なら、マクスウェルは電磁気学と通信工学の父とも言われます。

特に平野研究室で扱う電磁波・アンテナ分野では、マクスウェル方程式が理論の出発点です。学部 3 年生の「電磁波工学」や「アンテナ工学」を学ぶ際には、マクスウェルが何を統一し、なぜ電磁波の存在を予言できたのかを理解すると、数式の意味がずっと分かりやすくなります。