

# 急増する世界人口とエネルギー消費

内山 洋司 (うちやま ようじ) 一般社団法人 日本エレクトロヒートセンター会長 (筑波大学名誉教授)

社会の発展や人々の生活に欠かせないエネルギー。20世紀以降、世界の人口とエネルギー消費が急増している。21世紀に入って、世界のエネルギー消費は、開発途上国の人口増加と経済発展により増え続けている。それに対して、日本をはじめとする先進国のエネルギー消費は、経済の成熟化と人口増加率の低迷で停滞している。ここでは、世界のエネルギー消費の動向について理解を深める。

## 1. 世界人口が急増：僅か200年程度で60億人も増加

人口とエネルギー消費の間には深い関係がある。人類の長い歴史の中で、人口が急増したのは産業革命以降のことである。約1万年前まで続いた採集狩猟社会の人口増加率は年率0.01%以下と推定されており、農耕社会に入る1万年前の世界人口は約1千万人であったといわれている。農耕社会となって定住生活と食糧の安定供給が確保されると、人口は増え始めた。産業革命までの人口増加率は0.05%程度と推計されている。

産業革命を契機にして、人口は急速に増加し始めた。1800年初期の世界人口は約10億人、その後100年間の増加率は0.5%で1900年に17億人にまで増えている。20世紀に入ると人口増加率はさらに高まり、1950年までの半世紀では0.8%、その後の半世紀で1.8%、特に1965年から1970年までの5年間を見ると年平均増加率は2.1%にもなる。世界人口は、1950年で25億人、2000年に61億人、そして現在2016年には74億人にまで達している。人口の増加は、社会のエネルギー消費を増加する一因となっている。

しかし、増加率は1970年以降、次第に低下しつつあり、国連の人口予測によると21世紀中葉には1.0%程度まで下がると言われている。増加率が下がっても、人口は増え続けており、2050年の世界人口は97億人になると予測されている。恐らく21世紀末には100億人を超える可能性がある。増加している人口の9割以上は新興国や開発途上国の人々である。

## 【知っておきたい理論】 人口予測について

マルサス (Thomas Malthus) は、1798年、人口が幾何級数的に増加するのに対し、食料は等差級数的にしか増加せず、両者のバランスをとるのは、戦争、飢餓、病気、社会的混乱などであると述べた。人口の増加を指数関数で単純に表すと、時点  $t$  における人口  $N$  は、

$$\begin{aligned} dN/dt &= (b-d)N \\ N &= N_0 e^{r(t-t_0)} \end{aligned}$$

となる。ここで、 $b$  は出生率 (birth rate)、 $d$  は死亡率 (death rate) で  $r=b-d$  は正味人口増加率 (fertility rate) である。

1924年、Pearl と Reed はハエによる研究をもとに増加率は、人口増加に対する環境の抵抗によって人口が増えるにつれて低減する研究を発表した。それによると、人口増加率が一定値とはならず、 $rN(1-N/M)$  に従って変化し、人口が最大値  $M$  に達したときに増加率がゼロになる。この考えがロジスティック則 (logistic law) といわれるもので、

$$\begin{aligned} dN/dt &= rN(1-N/M) \\ N &= N_0 e^{r(t-t_0)} / \{1 - N_0(1 - e^{r(t-t_0)})/M\} \end{aligned}$$

と表される。この推計によると人口は、いずれは飽和する。また、死亡率が出生率を上回り増加率がマイナスに転じれば、その後は減少していくことになる。もちろん、増加率は、飢餓、貧困、環境劣化、経済的不安定性、失業、慢性疾患、薬物中毒、戦争など社会的要因によって大きく影響を受けるため、正確に予測することは難しい。

人口予測にそういった不確実性を取り入れなければ、将来の人口は、比較的高い精度で予測できる。人