

審査の結果の要旨

氏名 星野 岳穂

1990年代後半から、我が国および世界において、高度情報化社会が本格的に構築され始めインターネットの普及が本格化した。その結果、情報化社会が扱うデジタル情報量は「情報爆発」と呼ばれるほど指数関数的に増大し、インターネット内でのデータトラフィック（情報流通）量が急増した。これに伴って、パソコン、サーバ、ストレージ、ネットワーク機器等のインターネットを構成する機器の稼働台数と消費電力量もそれぞれ急増していることが明らかになってきた。さらに、それらのインターネットを構成する機器には、金、銀などの貴金属やレアメタルが使用されるため、将来、それらの資源の供給に不足が生じることが懸念されている。そのような背景のもと、本論文では、日本および世界を対象に、情報化社会の進展に伴う IT 機器の消費電力量及び素材消費量分析モデルを構築している。

第1章では、インターネットの世界的な普及に伴い、ネットワークを構成する IT 機器の設置台数の大幅な増加が見込まれているが、情報量の増加率と IT 機器の設置台数、電力消費量及び資源消費量の相関及びそれらの中長期的な定量的な予測手法は確立されていないことを指摘している。そして、2025年までの日本及び世界全体の IT 機器に起因する消費電力量及び素材消費量の中長期予測を定量的に行う必要性を述べている。

第2章では、国内のインターネット・トラフィック量増加率及び IT 機器の技術進歩率（情報処理能力及び電力消費効率の向上率）と消費電力量増加率との相関関係を明らかにし、国内 IT 機器全体の総消費電力量の予測を行うモデルの開発を行っている。現在までの IT 機器の国内出荷台数の実績値から PBM を用いて設置台数を IT 機器の種類別に詳細に求め、2000年から2009年までの国内総消費電力量を推計している。現在のトラフィック量及び情報処理能力やエネルギー消費効率の変化率が現在の傾向を維持する場合には、2009年の403億 kWh から2025年には1820億 kWh（4.5倍）から2978億 kWh（7.3倍）に達するとの試算結果を得ている。特に、高信頼性ルータの消費電力量の増加が大きく、中・大型ルータのエネルギー消費効率を向上させる革新技術を早期に開発・導入しても、なおトラフィック量の増加率を4—7%ポイント抑制しなければ消費電力量の安定化は困難であることを明らかにしている。そして消費電力量の観点から見た持続可能な情報化社会の構築には、今後の各機器の技術進歩

速度とトラフィック量の変化率の関係に注視して政策対応を進める必要性を示している。

第 3 章では、インターネットが世界全体でその普及が本格化している状況において、世界各国の IT 機器の設置台数及び消費電力量の中長期的な予測を定量的に行う手法を開発している。インターネット普及率の成長曲線には最終到達率に一定の制約を付したゴンペルツ曲線が最も高い適合度を示すことを確認した上で、世界のインターネット利用人口は、2010 年の 19.6 億人から、2025 年には現在の約 2.4 倍に当たる 46.5 億人にまで増加し、インターネット普及率は世界平均で 57%に達すると予測している。続いて、インターネット利用人口と PC 設置台数、更にサーバ、ストレージ及びネットワーク機器と PC 設置台数との間に一定の相関があることを示し、世界全体の各 IT 機器の設置台数予測を行っている。その結果、PC の設置台数は、2008 年時点の設置台数は 11.2 億台で、2025 年には 28.4~37.1 億台の普及が見込まれることを示している。サーバ台数は、今後も仮想化が進展する場合は 2025 年までに 3600~4797 万台、仮想化が進まない場合は 6900~8980 万台にまで世界全体の設置台数が増加し、ストレージは 2025 年までに 4.1~6.1 億台、ネットワーク機器は 18~24.9 億台が設置されるとの予測している。世界全体の IT 機器の消費電力量は、2025 年には 1.4~2.2 兆 kWh/年と予測され、世界全体の消費電力量の 4~5%を IT 機器が占めることを明らかにしている。

第 4 章では、IT 機器の設置台数の世界的な増大により、IT 機器に内蔵される回路基板等に使用される貴金属やレアメタル等各種金属の総重量の将来予測を行い、今後必要となる素材量を把握するとともに、特に Au、Ag、Pd、Ta について需給が逼迫する可能性について検討している。IT 機器の総金属重量に関しては、設置台数が最も多い PC が他の IT 機器を圧倒し、2010 年には全体の 82%、2025 年には 72%と、高い比率を維持することを明らかにしている。続いて、IT 機器の回路基板等に使用される 15 種類の金属のストック量を推計している。更に、Au、Ag、Pd、Ta の毎年の必要投入量の分析及び予測を行い、2025 年までには明確な供給制約が生じるレベルには至らないことを確認している。

以上のように本論文では、IT 機器に関する消費電力量や資源消費量の中長期的な予測モデルを構築し、それに基づいて予測を行ったもので、今後、IT 関連の産業政策や技術開発政策を検討し立案・実践することに資する可能性を示している。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。