

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

|                   |  |
|-------------------|--|
| 題目(和文)            | アインシュタインによる古典論の限界の発見：量子論黎明期において<br>固体比熱理論が量子論受容に果たした役割について   |
| Title(English)    | Einstein's Discovery of the Critical Point of Classical Theory : How the<br>Theory on the Specific Heats of Solids Played a Role in the Acceptance<br>of Quantum Theory During its Dawn      |
| 著者(和文)            | 古谷紳太郎  |
| Author(English)   | Shintaro Furuya  |
| 出典(和文)            | 学位:博士(学術),<br>学位授与機関:東京工業大学,<br>報告番号:甲第10581号,<br>授与年月日:2017年5月31日,<br>学位の種別:課程博士,<br>審査員:中島 秀人,伊藤 謙治,飯島 淳一,札野 順,調 麻佐志,細谷 暁夫   |
| Citation(English) | Degree:Doctor (Academic),<br>Conferring organization: Tokyo Institute of Technology,<br>Report number:甲第10581号,<br>Conferred date:2017/5/31,<br>Degree Type:Course doctor,<br>Examiner:,,,,, |
| 学位種別(和文)          | 博士論文   |
| Category(English) | Doctoral Thesis  |
| 種別(和文)            | 審査の要旨  |
| Type(English)     | Exam Summary   |

## 論文審査の要旨及び審査員

(2000字程度)

| 報告番号  | 乙 第 号   | 学位申請者 | 古谷紳太郎 |      |
|-------|---------|-------|-------|------|
|       | 氏 名     | 職 名   | 氏 名   | 職 名  |
| 論文審査員 | 主査 中島秀人 | 教授    | 調麻佐志  | 教授   |
|       | 伊藤謙治    | 教授    | 細谷暁夫  | 名誉教授 |
|       | 飯島淳一    | 教授    |       |      |
|       | 札野 順    | 教授    |       |      |

本論文は、「アインシュタインによる古典論の限界の発見：量子論黎明期において固体比熱理論が量子論受容に果たした役割について」と題し、全5章から構成されている。

第1章「序論」では、本論文で使われる用語である「量子論黎明期」を量子概念が認められるまでの時期と規定して、前期量子論という用語と区別している。その上で、学術的な分析に耐える量子論黎明期の先行研究として、クラインやクーンらのものを挙げている。しかし、そこでもアインシュタインの固体比熱の理論の歴史的な位置づけは不十分で、熱輻射論の分野で確立された量子概念の単なる応用とされていることが示されている。この点を問題とし、固体比熱の理論の量子論受容への役割を歴史的に位置づけることが本論文の目的であることを提示している。この目的のために、20世紀初頭のエネルギー等分配則の取り扱いを分析すること、さらにアインシュタインがなぜ固体比熱の量子論を論じたのかを明らかにすることが必要であると主張している。

第2章「ケルヴィン卿の『第二の雲』とエネルギー等分配則」では、エーテルの存在と熱輻射理論の困難を古典論の限界として指摘したと一般に理解されているケルヴィン卿の1900年の講演が、実はエーテルの存在とエネルギー等分配則の限界の指摘だったとする西尾らの研究を原典で確認している。そして、エネルギー等分配則が20世紀初頭に重要な課題とされるべきものであったこと、にもかかわらずケルヴィン卿の問題提起は広まらず、むしろボルツマンやヴェーバーの測定によってエネルギー等分配則が確証されたと見なされていたことを解明している。

第3章「実験、理論、物質観」では、通説において量子概念を要請したとされる熱輻射論の歴史を、ヴィーン、レイリー、プランクらの物質観と関係づけながら丹念に追っている。ヴィーンは物質の粒子モデルから変位則を導出した。レイリーらは物質粒子を想定せず、連続媒質に対する弦の振動モデルを前提とし、これにエネルギー等分配則を適用してレイリー＝ジーンズの公式を導き出した。これに対してプランクは、粒子や連続媒質といったモデル一般を回避し、空間の電磁振動のエントロピーの考察から量子論に至ったことが示されている。

第4章「古典論の限界の発見と量子論の必要性の証明」では、アインシュタインの研究の発展を、彼の1905年3月、1906年3月、同年11月の三編の論文を詳細に検討することで明らかにしている。光量子論を扱った最初の論文でアインシュタインは、ヴィーンの分布式を基礎にして、これに理想気体のゆらぎの議論を応用して光量子を論じた。そこでは、粒子的世界像と波動による電磁的世界像が共存していた。しかしここではまだ、エネルギー等分配則と矛盾するという理由でプランクの理論を批判した。だが次の論文では、プランク理論をエネルギー等分配則の放棄という立場から積極的に評価し、自らの光量子仮説がプランクの分布式の基礎となるとしてエネルギー量子の意味を明らかにしたと分析する。第3の論文でアインシュタインは、固体比熱の理論にエネルギー量子の考えを適用することで、エネルギー等分配則が放棄されるべきものであることを確固として示したと主張される。粒子的な結晶格子の振動に統計的にエネルギーを分配する彼の固体比熱の理論は、エネルギー等分配則を否定すると同時に量子概念の有効性を広く確立するものであった。それは、熱輻射に限らず物性一般に量子論を適用する道を開くものだったのだ。第4章の後半では、量子概念が国際的に承認されたとされるソルヴェイ会議において、熱輻射の議論は限定的であること、物性に関する主題が相当数あること、会議の最後になされたアインシュタインの講演では固体比熱の理論に至る彼の歩みが語られたことが示されている。

第5章「結論」では、これまでの議論をまとめるとともに、通説がなぜ量子論受容におけるアインシュタインの固体比熱の理論の役割を正しく評価できなかったのかについて検討を試みている。

以上、本論文は、量子概念の受容を熱輻射論の発展として理解してきた通説を批判し、むしろ固体比熱の研究が量子論の受容に重要であったことを解明しており、学術的に独創的できわめて価値が高い。よって博士(学術)にふさわしいものと認める。