

業績

Contribution to Polymer Chemistry with Special Emphasis of Kinetics and Mechanism on Conventional and Controlled Radical Polymerizations



Michael Buback

University of Göttingen, Research Professor (Ph.D.)

Buback教授は1945年ドイツに生まれ、1967年Karlsruhe大学を卒業、同大学で1972年にPh.D.、1978年にHabilitation (Physical Chemistry)を終えた後、ドイツ化学財団のHeisenberg Fellowとして研究に従事、1981年Göttingen大学の応用物理学化学科の教授に就任した。1995年からは同大学の工業・高分子化学科へ移り、2012年までそこで研究・教育に従事した。現在は同大学のResearch Professorとしての地位にある。その間、1989年から2年間、化学部長、1989年には、同大学にある物理化学研究所の所長を併任している。

同教授の研究は、分光学的手法を組み合わせた測定装置に時間分解法を取り入れ、厳密な物理化学的視点に立ってラジカル重合を基礎から検討したところに特徴がある。それは、(1)信頼できるラジカル重合反応の素反応定数の決定法の確立、(2)活性種の確認および変化を捉えた重合過程の追跡、(3)高圧下の測定装置を用いた素反応速度定数に対する圧力効果の測定、に分類できる。その成果を以下に示す。

(1)ラジカル重合の歴史は古く、重合反応における速度定数が大勢の化学者によって測定されていたが、報告していた成長速度定数、停止速度定数などの数値は大きなばらつきがあり、信頼できる数値の確立が望まれていた。それが、IUPACのプロジェクトに取り上げられ、高分子部会 (Polymer Division) のもとに“Modeling of polymerization kinetics and processes”なる委員会が創られ、同教授は、そのメンバーとして参加した。このころから本受賞につながる研究がはじまった。成長速度定数を見積るうえで一つの標準的手法となるパルスレーザー重合 (Pulsed Laser Polymerization, PLP) とサイズ排除クロマトグラフィー (Size Exclusion Chromatography, SEC) を組み合わせたPLP-SEC法の装置を改良して、古典的ラジカル重合の素反応速度定数を精密に測定する方法を開発した。その手法で得られる速度定数の確度、精度を確認するため、IUPACの高分子部会 (Polymer Division) の委員会にworking partyを立ち上げ、世界の研究者の協同測定を通して信頼のおける速度定数の提供や測定法の開発に尽力した。この委員会には日本人研究者も歴代名を連ね、おもな研究者だけでも、蒲池幹治、山田文一郎、福田 猛、松本章一の各氏など、日本を代表するラジカル重合の研究者が委員として活動してきた。現在も委員として上記の研究者に続く世代の日本人研究者が名を連ね、交流を深めている。ばらついていたラジカル重合の成長速度定数や停止速度定数を信頼できる数値に確立した功績はきわめて大きい。

(2)自らの得た結果と電子スピン共鳴 (EPR) 法によるラジカル重合の速度論の研究結果との比較も積極的に行い、ESRから得られる結果の重要性に着目し、

PLP法とEPRとを組み合わせた単一パルス-パルスレーザー重合-電子スピン共鳴法 (SP-PLP-EPR) 法を開発した。その方法を駆使して、さまざまな汎用モノマーのラジカル重合素過程の反応速度定数決定し、得られる速度定数の比較や鎖長効果や溶媒効果を検討している。また、同時に観測されるESRスペクトルを解析し、得られる活性種や反応中間体の存在を通してラジカル重合の素過程を検討し、ラジカル重合の理解に新たな展望を開いた。この手法は従来のラジカル重合に止まらず、原子移動ラジカル重合 (Atom Transfer Radical Polymerization, ATRP) や可逆的付加開裂連鎖移動ラジカル重合 (Reversible Addition Fragmentation Chain Transfer, RAFT) など制御ラジカル重合 (Controlled Radical Polymerization) の反応速度論研究へ展開した。その研究を通して、SP-PLP-EPR法によって素反応速度定数や可逆的付加開裂反応の平衡定数を見積もり、これら新しく開発された重合法の反応速度論的基礎を与えることに貢献した。とくに、ATRPの場合、開始剤になる鉄錯体には近赤外吸収法およびメスバウアー分光を組み込み、時間分解法で多角的に反応を追跡し、配位子の交換をとめないながらラジカル重合が進展する過程を確認し、配位子の役割を明らかにした。確かな物理化学の基礎に基づくこのような研究の成果は制御ラジカル重合法の発展を支え続けている。

(3)近赤外分光計を直接取りつけた高圧重合装置を製作して6000 barまでの反応定数の測定を可能にし、中間体の確認を通じた重合機構の解明を遂行し、ラジカル重合のさらなる発展に貢献した。

このように同教授は、ラジカル重合の、とくに基礎的な研究が下火になりかけた時代に基礎に立ち返り、素反応定数の測定を通して新たなラジカル重合の発展の基礎となる研究を遂行し、高分子化学の発展に貢献した。

その成果により2007年ドイツブンゼン学会よりブンゼン賞、同年、ハーマン・マルク賞受賞、その他にも数多くの賞を受賞している。

Buback教授は温かい人柄と公平な態度で各国の研究者から信頼され、2008年から、IUPAC Polymer divisionのVice President、2012年からPresidentとして世界の高分子科学の発展に尽力した。また、アレキサンダー・フォン・フンボルト財団の選考委員なども務めている。

以上のように、Buback教授は国際的に広く認められた高分子物理化学者であり、世界の高分子学会に対する貢献も顕著である。人的交流によって、我が国の高分子学会の発展にも大きな貢献をしており、高分子学会国際賞に相応しい化学者と認められた。