



環境試料の簡易測定法の活用効果と現状及び今後

最近、環境管理システムが規制中心から自主管理中心へ大きく変化してきている中で、未規制物質を含めた多くの環境汚染物質を、経済的かつ効率的に測定するニーズは高い。本稿では、環境測定の目的を整理し、それぞれの目的での簡易測定法の活用効果を明らかにした上で、水中汚染物質の簡易測定法及び排ガス・大気または底質・土壌・廃棄物中の簡易測定法の現状と開発の方向及び公的認定の必要性和分析化学者の役割について述べる。

浦 野 紘 平

1 はじめに

大気汚染防止法による揮発性有機化合物（VOCs）の自主管理や化学物質管理促進（PRTR）法などでは、測定方法が JIS や環境省告示等に「公定法」として定められていない物質の管理も必要になっている。また、ISO14001 認証に基づく環境管理などでは、従来のように単に規制値の遵守や届け出だけではなく、環境負荷の小さい事業推進のために様々な測定が必要となる。また、周辺住民等に対するリスクコミュニケーションや、実践的な環境教育のための測定も重要になってきている。このように、規制中心から自主管理中心へ環境管理システムが大きく変化してきている中で、未規制物質を含めた多くの環境汚染物質を、経済的かつ効率的に測定、評価するニーズは非常に高くなってきている。

しかし、規制物質だけを考えても、従来の公定法のみで多くの地点で、多くの回数の測定を行うのには、莫大な労力と経費負担が必要である。一方、公定法による環境基準項目の測定値は、特定の項目以外はほとんどが基準値を大幅に下回っている。米国では、規制項目の測定値の大半が検出限界以下か基準値を大幅に下回っていたため、すでに 10 年以上前から、多様な簡易測定法を導入して環境管理の効率化を図っている¹⁾。

このような状況の中で、2004 年に閉鎖性海域の水質総量規制にかかわる排水中の窒素とリンの測定に簡易測定法の使用が認められ²⁾、また、国や地方自治体で、排ガス³⁾あるいは土壌や底質中のダイオキシン類⁴⁾⁵⁾や廃油中の PCB、土壌中の重金属等の測定⁶⁾についても簡易測定法を導入する動きが注目されている。

そこで本稿では、まず環境測定の目的を整理し、それぞれの目的での簡易測定法の活用効果を明らかにした上

で、簡易測定法の現状と開発の方向及び公的認定の必要性について述べる。

2 測定目的に適した簡易測定法の活用方法

2・1 環境測定の多様な目的と従来の公定法の位置付け

環境測定の目的は、下記の①～⑪のように多種多様である。このうち、役所が行う①の測定および役所が報告を義務づけている②の測定を目的とする場合のみは、必ず従来の公定法で測定する必要がある。しかし、国民（税金）負担や企業負担を少なくして、適切な環境管理を行うためには、従来の公定法にこだわらずに、それぞれの測定目的に適した測定方法を選んで利用することが不可欠かつ有効であることを、まずよく理解する必要がある。

- ①大気環境、水環境、土壌環境の環境基準達成状況の把握のための基準項目の測定
- ②排ガス、排水、廃棄物の処理後の基準値適合の確認のための規制項目の測定
- ③排ガス、排水、廃棄物の処理設備の運転管理のための測定
- ④排ガス、排水、廃棄物の発生工程や高負荷資材の管理のための測定
- ⑤大気環境、水環境の異常値の監視のための測定
- ⑥大気環境、水環境、土壌環境の汚染源の特定のための測定
- ⑦飲料水や工業用水の日常的な検査のための測定
- ⑧事故・災害時の汚染状態の把握のための測定
- ⑨環境教育やリスクコミュニケーションの促進のための測定
- ⑩環境改善手法の効率的な研究開発のための測定
- ⑪発展途上国の環境管理の促進のための測定

2・2 簡易測定法の活用による効果

簡易測定法を用いれば、次のように効率的な環境管理が可能になる⁷⁾⁸⁾。

(1) 公定法との組み合わせにより環境汚染実態のより正しい把握ができる

環境の汚染状態は、地域によって大きく異なり、特に個別発生源の近傍では、非常に高濃度が観測されることがある。たとえば、大気中濃度は季節や天候によって十倍～百倍程度も変動することが分かっている⁹⁾。したがって、測定精度がやや低いとしても、簡易測定法を活用して測定地点や測定回数を多くすることによって、高濃度汚染地点の把握や汚染の地域分布を調べたり、経時変化や経日変化、あるいは経年変化等を調べることで汚染実態をより正しく把握できることになる。すなわち、簡易測定法によって、ある程度以上の濃度が検出された場合にのみ精密測定をするようにすれば、労力や経費を大幅に削減し、測定頻度を増やすこともできる。

(2) 規制物質濃度の基準値適合の確認や処理施設の確実な運転管理が容易にできる

排ガス、排水、廃棄物の処理施設の出口等で規制物質の濃度が基準値以下であることを確認する場合、法律で定められた頻度だけは現在の公定法で測定し、計量証明をつけて所管官庁に報告する必要がある。しかし、それ以外の測定には、簡易測定法を利用するのが有効である。とくに、規制を気にし過ぎて、排ガスや排水の処理施設の日常管理まで、面倒な公定法で測定している例が多いが、多少の誤差は測定対象試料の時間変動の幅に比べて無視できることが多い。すなわち、処理施設の運転管理では、規制とは別に、その処理技術の原理を考えた適切な簡易測定を行えば、経済的で確実な運転管理ができる。なお、工業用水の管理についても、簡易測定法が利用でき、熟練技術者不足を補え、経費節減に大きく貢献できる。

(3) 排ガス、排水、廃棄物に対して汚染負荷の高い工程や使用資材の管理が容易にできる

汚染物質の発生源となる工程の管理では、日常的なレベル、あるいは目標値を満たしているか否かだけを判定すればよいことも多い。これらの場合に簡易測定法を活用すれば、労力や経費を大幅に削減できるだけでなく、測定物質や測定頻度を増やせ、また迅速に結果が得られるので、汚染物質の主要な発生源となる工程の運転管理や異常の監視を確実に行うことができる。なお、排ガス、排水などに混入する可能性のある使用資材について、簡易な処理テストを行い、簡易測定法で処理性や毒性を評価し、購入や使用状況を管理することもできる。

(4) 汚染源の特定および工事中異物発見時や事故・災害時の汚染状態の把握が迅速にできる

簡易測定法を用いることによって、多数の地点でほぼ同時に測定することが可能となり、汚染濃度分布が迅速

に得られ、異常値や高濃度汚染地点が把握しやすくなり、迅速に汚染源の特定ができる。また、工事中に廃棄物等の有害物質の含有が疑われる異物が発見された場合には、工事の中断による損失が非常に大きくなるので、とくに迅速な測定が不可欠であり、簡易測定法が極めて有効になる^{4)~6)}。さらに、事故や災害時の汚染源の特定や汚染状態の把握、井戸水等の飲料水としての適否などを迅速に判定することもできる。

(5) 企業や市民の環境測定への参加で環境教育やリスクコミュニケーションが促進できる

環境汚染調査は、環境行政部局（公立研究所や委託測定業者）の人や大学等の研究者が行ってきた。しかし、最近は大気や水の汚染状態を実際に測定して、安全で安心できる環境を得たいと考える市民が多くなっている。また、事業者が自らの工場周辺の環境汚染を簡易測定法や効率化測定法で測定して環境管理に役立てることも求められている。また、児童・生徒や一般市民（行政の他部署の人を含む）が、学校や自宅近くの環境汚染を簡易測定法で測定することは、地域の汚染情報が充実できるだけでなく、環境問題を自分たちの問題として正しくとらえるようになり、リスクコミュニケーションを進める上でも非常に有効になる。

(6) 環境改善手法の研究開発が効率的にできる

環境改善のための材料の性能評価やプロセスの最適運転条件の決定のためには、条件をいろいろ変えて多数の測定を行い、迅速に結果を得ることが不可欠である。様々な条件での測定を簡易測定法で迅速に行って最適な材料やプロセスの運転条件を絞り込み、最終的に詳細な測定をすることで、研究開発が大幅に効率化でき、経済的にできるようになる。

(7) 発展途上国での環境管理を促進できる。

発展途上国では、環境汚染防止のための法律はあっても測定ができずに、環境汚染が深刻になっているところが多い。とくに、日本などが高価な測定機器を援助しても専門技術者がいなかったり、機器を使うための試薬やガスボンベがないために使用されていないことも多い。高価な測定機器よりも簡易測定器具等を多数普及すれば、発展途上国の環境管理に大きく貢献できる。

3 簡易測定法の現状と今後の方向

3・1 水中汚染物質の簡易測定法

(1) 発色法による簡易測定法

現在、簡易測定法で約100項目の水質測定が可能であり⁷⁾⁸⁾、排水基準値レベルはもとより、環境基準値（飲料水基準値）レベルの測定が行える方法も多数ある。これらの方法の測定原理の多くは発色反応を利用したもので、準備された試薬を加えて発色させ、検量線がプログラムされた分光光度計か比色計で測定し、濃度を直読できるようにした方法が広く用いられている。測定項目

をバーコードで選択すると、使用波長、測定範囲、測定時間などが自動設定され、試料水に試薬を加えるだけで結果が表示されるものもできてきた。また、最近の一部の測定項目用ではあるが、かなり安価な小型携帯用比色計も市販されてきており、今後の測定項目の増加が期待されている。一方、機器を用いず、ポリエチレン製容器の中に試薬が密封されたものに、試料水を吸い込んで指定時間後に着色を目視するパックテスト等や試験紙、比色アンプルまたは比色試験管など、やや精度は低いが非常に簡易で安価な方法があり⁸⁾、現場の排水管理や環境教育などに広く使用されてきている。

これらの発色反応を利用した方法は、数十年以上前に開発された試薬や反応を利用しているものが多く、有害試薬を使う方法も少なくない。今後は、有害性の高い試薬の使用量の大幅な削減や新しい発色試薬の開発、および妨害物質の影響の改善方法や高感度化のための簡易な濃縮技術の開発などが求められている。

(2) BOD, COD の簡易測定法

BOD については、公定法とは原理が異なるバイオセンサーで、生分解に伴う溶存酸素の初期減少速度を測定して BOD に換算する簡易測定法、公定法と同じ 5 日間生分解し、酸素消費に伴う空気相の圧力減少を圧力センサーかマノメーターで読み取って BOD を算出する検圧式測定法、および簡易生分解前後の溶存酸素濃度を比色アンプルで測定する方法などがある。これらの方法では、BOD が約 2 mg/L 程度以下では精度が低くなるが、排水や汚染度の高い河川水などの測定には適用可能である。また、検圧式では BOD の経時変化を見ることがので、工場等で使用する薬剤や排水中汚染物質の生分解性の管理等にも利用できる。

COD については、常温のアルカリ性過マンガン酸カリウムで短時間分解して色の变化から大雑把な濃度レベルを見るパックテスト等もあるが、公定法と全く同じ反応条件で大幅に効率化した吸光度式測定法がある¹⁰⁾。この方法は、あらかじめ過マンガン酸カリウムと硫酸の入った試験管に、公定法の 20 分の 1 量の 5 mL の試料と硫酸銀を入れ、ブロックヒーターで公定法と同じ 100 °C、30 分間酸化分解し、残った過マンガン酸カリウム濃度を分光光度計で測定・演算して COD 値を直読できるようにした方法で、公定法と全く同じ数値が得られ、労力や経費を大幅に削減できる。COD 以外にも、このような公定法のミニチュア化、簡易化を図ることも今後の重要な方向といえよう。

(3) その他の簡易測定法

発色法以外に、気化させて検知管で測定する方法、滴ビンや錠剤、注射筒などを利用した滴定法、イオンメーター法などのほか、選択性や感度が高いボルタンメトリー（アノードストリップング）法を用いた金属類の簡易測定法も実用され、そのマイクロチップ化キットが注

目されている。

また、農薬やダイオキシン類、PCB などの特定の有害有機物質と、抗体または Ah レセプター等の生化学試薬とを反応させ、その後に発色試薬を加えて比色計または蛍光光度計で測定し、ブランクとの差から有害物質を定量するイムノアッセイや Ah レセプターアッセイなどのキットが市販されている⁸⁾。これらの生化学試薬を用いる方法は、定量範囲が比較的狭いこと、前処理がかなり面倒なものや 1 回の測定にかなりの経費がかかる方法もあるが、最近マイクロチップ化した比較的安価なキットや試験紙も開発されてきた。これらは、妨害物質が多い環境試料では、濃度レベルの目安を得る場合に使用することになる⁸⁾。ダイオキシン類汚染の有無やレベルを迅速、安価に調査、評価するためには、このほかにもいくつかの方法が提案されている⁵⁾。とくに、ダイオキシン類分析と同様の前処理を効率的に行った後に、燃焼イオンクロマトグラフでダイオキシン類とその類似物のハロゲン濃度を測定する簡易測定法が注目されている⁵⁾⁸⁾。この方法では、最短 1 日で測定結果が出せることが大きな特徴であり、また塩素の一部または全部が臭素やヨウ素、フッ素に置換したダイオキシン類の濃度も同時に推定できることも特徴である。

(4) バイオアッセイ法

ISO14001 による自主管理の充実等のためには、混合有害物質や未知有害物質を含めた環境管理や生態系保護も考慮した水環境等の管理強化が必要である。このため、個別の有害物質や類似物総濃度の測定法のほかに、生きた細胞または生物個体に対する毒作用を直接測定する「バイオアッセイ法」の活用も有効であり、欧米では広く使われている⁸⁾。とくに、人に対する有害性については、発がん性と生殖毒性のスクリーニングが重要であり、発がん性のスクリーニング法としての umu 遺伝子損傷試験（umu 遺伝子損傷物質生成能試験）、Ames 変異原性試験（Ames 変異原性物質生成能試験）、および女性ホルモン作用のスクリーニング法としての酵母 Two-Hybrid 試験などが実用的である。一方、水生生物に対する有害性については、種の保存にかかわる致死と生殖毒性のスクリーニングが重要であり、ヒメダカ^{しぎふ}の成魚または仔魚の致死試験、ミジンコの致死試験、緑藻類の増殖阻害試験などが実用的であり、これらのバイオアッセイ法の簡易化と標準化が進められている¹¹⁾。とくに、バイオアッセイ法では、混合物質や未知物質の安全性評価ができるため、規制外のリスク管理やリスクコミュニケーションへの活用が期待されている。

3・2 排ガス・大気または底質・土壌・廃棄物中汚染物質の簡易測定法

(1) 排ガス・大気中汚染物質の簡易測定法

排ガスや大気については、現在、約 280 物質につい

て簡易測定法があり、排ガス基準値や作業環境濃度レベルはもとより、環境基準値レベルの測定が行える方法もある⁸⁾。簡易な吸引ポンプで100～300 mLのガスを吸引する検知管が多いが、自然拡散させて測定するパッシブ型の検知管やバッチもある。また、数十分間で数リットルの空気を定量ポンプで吸引して高感度化した検知管も市販されてきている。

このほかに、様々な無機ガスを少量の溶液に吸収させ、電気分解する際の電流（電気量）を測定する定電位電解式センサー、VOCsを触媒酸化した際に生成する熱量を検出する接触燃焼式センサー、あるいは半導体式センサーや熱伝導式センサーのほか、高分子薄膜膨張検出式センサーなどの新しいセンサーによる小型メーター類も市販されてきている。今後も測定妨害の少ない長寿命の新しいセンサーの開発が期待されている。なお、やや高価ではあるが、VOCsを触媒酸化して非分散型赤外線吸収（NDIR）でCO₂として測定する機器や光イオン化検出器（PID）付きの携帯用ガスクロマトグラフを用いる方法なども利用されてきている⁸⁾。

（2）大気・排ガスの効率的サンプリング法

公定法による分析を含めて、ガス中汚染物質の測定を簡易化するためには、サンプリングと前処理の効率化も重要である。現在、大気中のVOCs測定には、ステンレス製の真空容器（キャニスター）に大気を採取し、これをGC/MSに接続した専用の吸着・熱脱離装置に導入して分析する方法が多く使われているが、この方法には、①容器内での反応があるので長時間捕集ができないこと、②多数の大きな採取容器が必要であり、運搬もしにくいこと、③毎回洗浄する必要がある、洗浄に時間と経費がかかること、④高価な吸着・熱脱離装置が必要であること、⑤高価なGC/MSを占有してしまうことなどの問題点がある。一方、高性能活性炭捕集カラムと数時間～7日間、交流電源がなしで駆動する定量ポンプを用いた吸着・溶媒脱離法あるいは吸着・過熱脱離濃縮法によるVOCsの一括測定方法が開発されている¹²⁾。変動の大きい大気汚染測定には、長時間捕集法が非常に有効であり、この方法では、活性炭カラムを密閉して冷蔵庫保管すれば、捕集1週間後に脱離しても測定濃度が変わらないことから、多数の地点で多数のVOCsの測定を容易に、経済的、効率的に行うことができる。濃度変動の大きい大気測定には長時間捕集による評価・管理が有効であることから⁹⁾、今後は、パッシブサンプラーも含めて、簡易な長時間捕集法の普及が望まれる。

（3）底質・土壌・廃棄物中汚染物質の簡易測定法

底質・土壌・廃棄物中汚染物質の測定のための従来の「公定法溶出試験」は、基本的には、10倍量の水を加えて6時間または16時間（一昼夜）攪拌して、溶出物を測定する方法であるが、この溶出試験をミニチュア化する

とともに溶出時間を1～5分程度に短縮した溶出液について、水試料と同じ簡易測定法で測定する方法が開発されてきている⁶⁾。「公定含有量試験」についても同様にミニチュア化するとともに抽出時間を短縮した抽出液について、水試料と同じ簡易測定法で測定する方法が提案されている⁶⁾。このほか、土壌中のVOCsをガス試料と同じ簡易測定法で測定する方法も広く使われている。また、機器はまだ高価であるが、土壌を直接、携帯型蛍光X線分析装置で測定して無機汚染物質の有無と概略のレベルを知る方法も実用されてきている⁶⁾。なお、土壌中ダイオキシン類については、前述のような生化学試験や燃焼イオンクロマトグラフィーを用いた簡易測定法が実用されてきている⁵⁾。土壌、底質、廃棄物等については、特に迅速な測定が求められることが多いので、迅速な簡易測定法の開発と普及が強く期待されている。

4 おわりに

以上のように、簡易測定法には、一部のBODやCOD、窒素の測定などのように公定法とほぼ同じ精度で同じ値が得られる方法を含め、様々な技術があり、幅広い環境測定に活用できる。また、簡易測定法は、従来の公定法に比べて簡便、迅速、経済的であるだけでなく、有機溶媒などの様々な有害試薬（廃棄物になる）や電気エネルギーの消費を少なくでき、環境測定自体による環境負荷を大幅に低減できる方法も多い。しかし、感度や共存物の影響などの技術的問題点による制約のほかに、お上重視の気質や公定法以外の方法を認めると自分達に責任が生じる、公定法以外を考えることが面倒、実績が少ないなどと言う理由で簡易測定法を使おうとしない人も多い。これらの問題を乗り越えて簡易測定法の開発と利用を一層促進するためには、国や公的機関が、2・1に示した環境測定の目的のうちの①と②を補完する場合や③～⑪の目的に使う方法として、それぞれの目的に適した簡易測定法を認定することが効果的である。

米国やEUでは、実用できる測定方法はできるだけ幅広く国が認定し、利用者が選択できるようになっている。日本でも、精度や感度だけではなく、国民や企業の負担をできるだけ少なくして「効率的に環境汚染を減らすという環境測定の本来の目的に適しているか否か」を判断基準にして「利用者の立場に立って、目的にあった測定方法を公的に認定」していくことが強く求められている。

また、分析化学者や現場の利用者も、従来の公定法にこだわらずに、測定目的にあった経済的で効率的な簡易測定法を開発したり、使っていくことが、国民の利益になり、技術の進歩を促していく力にもなる。そのためには簡易測定法の特徴についての情報共有が不可欠であるので、筆者が代表を務めるエコケミストリー研究会（<http://env.safetyeng.bsk.ynu.ac.jp/ecocemi/>、E-

mail: ecochemi@ynu.ac.jp) では、「効率的環境汚染測定・評価技術フォーラム」を設けて簡易測定法についてのセミナー⁸⁾や見学会、討論会等の様々な活動を行っている。環境分析技術の開発や利用を行っている多くの方の積極的参加を期待している。

文 献

- 1) K. R. Carter: *Pollution Engineering*, **24**, 36 (1992).
- 2) 環境省環境管理局水環境部, 報道発表資料「水質総量規制制度における窒素含有量及びりん含有量に係る汚濁負荷量の測定方法の追加について」, (2004.3.18)
- 3) 環境省: “ダイオキシン類に係る生物検定法マニュアル”, <http://www.env.go.jp/chemi/dioxin/guide/simplifiedmethod.html>, (2005).
- 4) ㈱ 土木研究所編: “建設工事で遭遇するダイオキシン類汚染土壌対策マニュアル” (2005), (鹿島出版).
- 5) ㈱ 土木研究所編: “土壌のダイオキシン類簡易測定法マニュアル” (2006), (鹿島出版).
- 6) 東京都「土壌汚染調査(重金属等)の簡易で迅速な分析技術の選定について」, <http://www.metro.tokyo.jp>, (2006).

- 7) 浦野紘平, 石井誠二: 水環境学会誌, **21**, 258 (1998).
- 8) 浦野紘平ら: エコケミストリー研究会効率的環境汚染測定・評価技術フォーラムセミナー, 第1回~第4回「効率的な環境管理のための最新の測定・評価技術」(2000~2003), 第5回「新しい環境規制対応のための簡易測定技術」(2004), 第6回「効率的土壌汚染測定技術」(2005) テキスト
- 9) 姫野修司, 浦野紘平: 大気環境学会誌, **38**, 67 (2003).
- 10) 浦野紘平: 水処理技術, **43**, 185 (2002).
- 11) 魏 東斌, 高木 茜, 浦野紘平, 亀屋隆志: 第39回日本水環境学会年会講演集, p. 61 (2004).
- 12) 姫野修司, 亀井英子, 浦野紘平: 大気環境学会誌, **36**, 99 (2001).



浦野紘平 (Kohei URANO)

横浜国立大学大学院環境情報研究院 (〒227-0087 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-7)。東京工業大学大学院修了。工学博士。＜現在の研究テーマ＞環境化学, 環境工学, 環境管理学。＜主な著書＞“化学物質のリスクコミュニケーションガイド”(ぎょうせい)。

新刊紹介

分 析 化 学

梅澤喜夫 著

高校生で学ぶ化学と大学で学ぶ化学との間には、少なからずギャップがあるようだ。最近、このギャップを埋める観点での教科書が出始めている。本書もこのようなセンスで執筆されており、大学で初めて分析化学を学ぶためのテキストとして好適である。従来の分析化学の教科書とは異なり、高校の化学の知識があれば十分理解できる平易な言葉が使われている。また、難解さを与えるような数式、化学式の代わりに、イメージに直結する分かりやすい図がふんだんに盛り込まれているのも本書の特徴である。

本書の構成にも、初学者に対する配慮がなされている。分析の目的を「分離と検出」と明確に定義し、分けることと見ることの切り口として、明確なイメージを与えるキーワードが目次として挙げられている。目次ごとの解説は、基礎から最先端の分析技術に至るまで流れが途切れることのないよう工夫されているので、初めて触れる概念でも容易に理解できるようになっている。本書は、分析化学を勉強し直すための副読本としても有用である。

(ISBN 4-8079-0637-2・A 5 判・142 ページ・1,800 円+税・2006 年刊・東京化学同人)

フェムト秒テクノロジー ——基礎と応用——

平尾一之・邱 建栄 編

フェムト (f) とは 10^{-15} であり、単位でいえば今流行のナノ (n, 10^{-9}) のさらに 100 万分の 1 である。1 フェムト秒 (fs) は、光でさえ $0.3 \mu\text{m}$ しか進めない時間である。書名の「フェムト秒テクノロジー」は、最も先端的な測定、研究分野の一つであり、ナノテクノロジーの基礎の一つである。その技術は、ほとんどがフェムト秒レーザーに関係している。本書は、基礎編では第 I 部「フェムト秒レーザーの基本原理解」、第 II 部「フェムト秒レーザーの応用の基本原理解」が解説されており、応用編では第 III 部「フェムト秒レーザーによる加工」、第 IV 部「フェムト秒レーザーを利用した計測・分析」、第 V 部「フェムト秒レーザーを利用した通信・エネルギー」、第 VI 部「フェムト秒レーザーを利用したバイオ・医療」、第 VII 部「フェムト秒レーザーの新しい展開」について取り上げている。これらの表題からも分かるように、合計 40 章にわたり広く原理、応用そして将来と、この分野を網羅している。現在フェムト秒レーザーに関連する分野で業績をあげている 60 名に近い著者により、いずれも最新のデータを交えて解説されている。また、出典、参考文献も丁寧に引用されており、かなり専門的にも利用できる。幾分高価ではあるが、その価値のある内容の盛り込まれた解説書である。

(ISBN 4-7598-1052-8・A 5 判・360 ページ・8,000 円+税・2006 年刊・化学同人)