

フロギストン

CO₂ 吸収セラミックス CO₂-absorbent ceramics

温室効果ガスの一つである二酸化炭素 (CO₂) の分離・回収技術として、(1) 温度や圧力変化による媒体への CO₂ の物理吸着を利用したもの、(2) 石灰水などに CO₂ を通じた際に生じるような化学反応を利用したもの、(3) 分子サイズや材料への親和性に依存したガスの移動速度の違いを利用した膜分離などが検討されている。中でも酸化物 (主に粉体) と CO₂ の化学反応を利用した CO₂ の分離・回収技術は、物質選択性の高さや可逆的な反応により再利用が可能であること、高温下でも比較的安定に存在し得る等の利点から注目されており、このような機能を有する物質を CO₂ 吸収セラミックスという。CO₂ と反応して材料中の構成元素の一つであるアルカリ・アルカリ土類金属が炭酸塩を生成する過程が「CO₂ 吸収」に対応し、炭酸塩の分解とともに CO₂ を放出して元の化合物に戻る過程が「CO₂ 放出」に対応する。(高知大学 藤代 史)

酸素貯蔵物質 oxygen storage materials

遷移元素を含むある種の複合酸化物では、物質周りの酸素分圧の変化や温度変化により遷移金属イオンが酸化還元 (redox) 反応を示し価数変化する。この価数変化の際に、気相中の酸素を結晶格子内へ出入りさせることができる、即ち、酸素の吸収/放出が可能な物質を酸素貯蔵物質とよぶ。酸素貯蔵物質には、自動車用三元触媒の助触媒として用いられている CeO₂-ZrO₂ 固溶体などのように雰囲気中の酸素分圧に対応して酸素を出し入れし触媒周りの酸素分圧をオンサイトで制御できるものや、水から酸素を還元脱離して行う水素生成や空気中の酸素を選択的に分離することによる高酸素 (窒素) 濃度空気の製造などへ応用が検討されているもの等があり、近年、エネルギー・環境関連分野での有用性が注目されている。(高知大学 藤代 史)

ヘテロダイン検出和周波発生振動分光法 heterodyne-detected vibrational sum frequency generation spectroscopy

和周波発生とは、試料に強度の強い二つの光を同時に照射した場合に、二次の非線形光学効果によってそれぞれの周波数の和の周波数を持つ光が発生することを言う。和周

波発生は、系内で反転対称性が破れた場所のみで起こるため、これを用いれば気液界面などの局所的な分子分光を行うことができる。OH 伸縮振動領域で和周波発生分光を行えば、界面での水分子の配向度合い (OH 基の反転対称性がどれだけ崩れているか) を知ることができる。特にヘテロダイン検出法を行うことで、二次非線形感受率の絶対値が求まるため、配向した水の向きまで知ることができる。

(筑波大学 菱田 真史)

Gibbs-Donnan 平衡 Gibbs-Donnan equilibrium

有限の体積を持つ箱の内部が半透膜で区切られており、一方には電荷を帯びたコロイドと種々のイオン、もう一方にはイオンのみが分散している状況を考える。半透膜はイオンを通すがコロイドは通さない。この条件での各領域のイオン濃度は Gibbs-Donnan 平衡からラフに知ることができる。各領域は電氣的に中性でなければならず、また系全体でイオンの数は保存しなければならない。更にそれに加え、半透膜面での静電ポテンシャルの差 (例えばコロイドが負に帯電していた場合、コロイドが存在している側で電位が低くなるはずである) が、アニオンから見た場合とカチオンから見た場合で一致しなければならない (この条件は自由エネルギーを最小化することとも同義である)。この 3 つの条件を連立することで、各領域でのイオン濃度が計算される。このモデルはマイクロな電位の分布などを無視した大雑把なモデルであるが、細胞内外の浸透圧や細胞膜の静止電位をよく表すことができることが知られている。

(筑波大学 菱田 真史)

吸収反応速度モデル kinetic model for absorption reaction

物質のガス吸収の速度を解析するために様々なモデルが提案されている。簡単なものとしては一次反応モデルがあるが、さらに進んだモデルとしては表面反応と拡散反応の 2 つの一次反応が起こると仮定するダブル・エクスポネンシャルモデル、核形成およびその成長を律速とするアブラミモデル、構成成分の拡散を律速とするヤンダーモデルなどが提案されている。その他のモデルもいろいろあるが、いずれも一定温度における反応率の経時変化を熱重量分析によって測定し、反応率を各々のモデルで提案されている関数に変換、温度との関係で直線部が得られるか否かでモデルが適用可能かどうかを判定することが多い。関数の具体形については成書 (例えば「熱分析」第 4 版、講談社、第 4 章 3 節) などを参照されたい。またモデルが適用可能かどうかを評価するには、様々な温度で速度定数を評価し、アレニウスプロットの直線性が良いか、活性化エネルギー

が適切な値であるかどうかまで評価することが推奨される。

(日本大学 橋本 拓也)

【 新刊紹介 】

温度と熱の話 科学の眼で見る日常の疑問

稲場 秀明 著



発行：大学教育出版
A5・214 ページ 定価：1,800 円
ISBN: 978-4-86429-490-4
発刊日：2018 年 2 月

MALT-2 MAterials-oriented Little Thermodynamic Database for Personal Computers

温度やガス種の分圧、固体中の物質の活量により、化学反応の起こる方向がどのように変化するかを推測する手法として、熱力学計算がある。熱力学計算のためには化学種の標準生成エンタルピー、標準エントロピー、熱容量の温度変化、相転移でのエンタルピー、エントロピー変化の情報を検索し、その上で化学平衡反応式の標準ギブスエネルギー変化並びに平衡定数を計算する必要がある。本作業は大変煩雑であるので、現在では熱力学計算ソフトウェアを用いることが一般的である。ソフトウェアとしては Thermo-Calc や FactSage などが知られているが、MALT-2 は横川晴美・山内繁・松本隆史の 3 氏によって開発された国産プログラムである。(正確には MALT-2 は MS-DOS 上で使用可能なソフトであり、現在は Windows 対応の MALT for Windows となっている。) 平衡定数計算に加えて、MALT では平衡状態での化合物種の濃度計算や化学ポテンシャル図の作成まで可能なソフトが標準で付属している。またユーザーが測定・定義したデータを取り込み、オリジナルの収録データと同じように扱うことが可能である。本シリーズの歴史や具体的な使用方法・注意点等については MALT のマニュアルまたは「熱測定」34 巻, p. 14-21 (2007) や「熱測定」23 巻, p. 70-78 (1996) も参照されたい。

(日本大学 橋本 拓也)

千葉大学教育学部を 10 年以上前に定年退官された稲場秀明先生の「科学の眼で見る日常の疑問」、「携帯電話で何故話せるか」「水と氷」「空気」「エネルギー」「水の不思議」「色と光」に続いて、いよいよ熱測定学会に関連する「温度と熱」が本書のトピックスである。まず大学をご定年になってからも、一般の方にも科学をわかりやすく伝えようと、本シリーズをまとめた稲場先生のスタミナと意志の強さには敬服するばかりである。

「温度と熱」の話題は熱測定学会のメンバーとして熟知すべきものである。しかしながら本書で取り上げられているトピックスを一般の方から質問された場合に適切に回答できるかどうかは、少なくとも私の場合は非常に怪しいと言わざるを得ない。たとえば一般の方には馴染みが大きい「耳温度計」「使い捨てカイロ」「保冷剤」の仕組み、熱湯を浴びると火傷をしてしまうが、なぜサウナでは火傷をしないのか？これらの説明を丁寧に可能な限り短い文章で説明を試みている。また取り上げられている話題も「凍結湖の御神渡り」「海流」などの地球科学、「高い木が水を吸い上げられる理由」「ホッキョクグマが凍死しない理由」など動植物学、「煮る料理と炒める料理の違い」など家政学、「形状記憶合金の仕組み」「耐熱性エンジニアリングプラスチック」などの材料科学、「火力発電、地熱発電、原子力発電などの仕組みと課題」などエネルギー科学など多岐にわたる。共通しているのは一般の方が素直に疑問を抱くであろうことを扱っている点である。もちろん本質的な部分の詳細説明は短い文章では非常に難しく、苦戦の跡はみられるが、本書を契機により深く勉強をする方、特に学生は多くなるのではないかと考えられる。

科学者の義務として、研究のみならず一般の方にも科学に関心を持っていただき、教育活動をすることの重要性が言われている。熱測定学会としても一般の方を対象にセッションを討論会で設けているが、各研究者が周辺の方たちの疑問に答えられるようになることが肝要であろう。本書はこれら疑問に対応するための手がかりとなる参考書として熱測定学会の会員各位にお薦めできる。

(日本大学 橋本 拓也)