

ケイ素化学協会誌

2021年10月 第38号

巻頭言

シリコンとグリーンケミストリー 壁田 桂次 . . . 1

ひとこと

シリルエノールエーテル(Silyl Enol Ether)ことはじめ 村上 正浩 . . . 3
ケイ素材料と私 -37年間を振り返って- 松川 公洋 . . . 5

トピックス—昨日今日そして明日のケイ素化学

量子化学計算による炭素とケイ素の境界の研究-不飽和化合物について- 工藤 貴子 . . . 7
スズや鉛を骨格に有する芳香族ジアニオン性配位子を用いた
サンドイッチ化合物への展開 齋藤 雅一 . . . 16
イオン性 POSS の超強酸触媒合成、物性、ポリマー化およびハイブリッド化
金子 芳郎 . . . 23
ケイ素低配位子化学種の酸化還元挙動 笹森 貴裕 . . . 33

協会賞

ケイ素を含む σ 結合の活性化に関する研究 村上 正浩 . . . 40

技術賞

エアバック用のシリコンエラストマー製品の開発
田崎 智子、野副 次男、秋友 裕司、森本 浩登希、山本 真一 . . . 42

奨励賞

後期遷移金属触媒によるケイ素化合物の活性化を利用した
選択的分子変換反応の開発 永縄 友規 . . . 44

シリコンスクエア—会員の広場

国際学会での珍事件集 行本 万里子 . . . 46
ケイ素との出会いと公設試について 中村 優志 . . . 47

研究室紹介

東北大学大学院理学研究科 橋本 研究室 . . . 48
豊田工業大学スマートエネルギー技術研究センター 本山 研究室 . . . 49
広島大学大学院先進理工系科学研究科 吉田 研究室 . . . 50

安藤亘先生追悼記事

時任宣博、玉尾 皓平、松本 英之、吉良 満夫、川島 隆幸、
関口章、久新莊一郎、佐藤一彦、大下浄治 . . . 51

第25回ケイ素化学協会シンポジウムプログラム . . . 62

事務局より

入会の手続きおよび会員情報等の変更について . . . 67
ケイ素化学協会名誉会員、役員および顧問名簿 . . . 68
令和2年度会計決算報告書 . . . 69
決算監査意見書 . . . 70

編集後記 . . . 71

「シリコンとグリーンケミストリー」

モメンティブ・パフォーマンス・マテリアルズ・ジャパン合同会社 壁田 桂次



昨今はSDGsが花盛りで、ニュースメディアをにぎわしており、関連シンポジウムの案内を頻繁に受け取るようになった。当協会の賛助会員においても、そのホームページで確認すると、サステナビリティを経営戦略の一つに加えている企業は多い。

そして、我々化学企業で働く技術者としては、SDGsに向かって、「グリーンケミストリー」を実践することで、これに積極的に貢献できると言えるだろう。

「グリーンケミストリー」には効率的な製造でコスト削減につながる経済的側面、廃棄物を減らすといった環境側面、危険な化学物質の使用を控え従業員や製品使用者の健康を守るといった労働衛生側面がある。これらを重視することはもちろん、各企業の今日のトレンドはグリーンケミストリーで差別化を図り競争優位に立つことになっている。発表されてから20年以上経つが、今さらということではなく、ますます「グリーンケミストリー」に挙げられた「12原則」が重要な指標になってきていると感じている。（「12原則」については、たとえば、ACSのサイトを参照。<https://www.acs.org/content/acs/en/greenchemistry.html>）

当社を含めて、シリコン製造メーカーで取り扱うシリコン材料や製品を見

ると、「原則2：Atom Economy」の好例となるのは、ヒドロシリル化反応を利用した製造プロセスや、液状シリコンゴムの硬化プロセスなどである。40年ほど前、大学の研究室に配属されたころに指導を受けた反応であり、私にとっては思い出深いものである。反応式を書くときは、原料を示す矢印の左側にオレフィンとヒドロシランを書き、矢印の右側にはその付加反応生成物を書いた。なんの副生成物も出さない。とてもきれいで効率的な反応と思った。反応の矢印の上には特定の配位子を持つ、白金、ロジウム、あるいはパラジウム触媒を書き、下には溶媒を書くことがあった。使用する触媒によって、反応収率や生成物の選択性が異なった。

一方、シリコン産業で使用されるヒドロシリル化反応は、かなり完成されており、「原則9：Catalysis」で推奨される触媒反応は実に効率的で、比較的低温で反応し、選択性が高いので「原則6：Design for Energy Efficiency」や「原則8：Reduce Derivatives」にも貢献するものだ。製品製造時に、メチル基やフェニル基以外の有機置換基をケイ素上に導入するためにヒドロシリル化反応が多用される。製品使用時には、アルコールなどの副生成物が発生しないことが好ま

れ、電気・電子産業用の接着剤や封止材に使用されたり、射出成型用液状シリコーンゴム等に使用されたりしている。

余談であるが、40年経っても未だにヒドロシリル化反応が好きな自分を思うと、教育というものがいかに重要で、影響を与えるものかと再認識させられる。

シリコーン産業においては、直接法によるクロシラン類の製造を忘れることができない。「原則9：Catalysis」に推奨される銅等を触媒とした反応により、金属ケイ素と塩化メチルからメチルクロシラン類が製造される。Grignard法やその他の合成法と比較して、「原則5：Safer Solvents」や「原則3：Less Hazardous Chemical Syntheses」で推奨されるように、危険で複雑な工程が少ない。連続的に生産できるので、経済的な側面でも優れている。1990年ころに、発明者のE. G. Rochow博士が、国内で講演された際、50年経っても直接法が使用されているとは思わなかったと言ったのがとても印象的であったが、その後30年経っても同じ反応で製造している。原料の金属ケイ素製造時に大量のエネルギーを消費してしまうことから、金属ケイ素を経由しない方法、すわなち二酸化ケイ素から直接シリコーンを生成する反応が検討されて来ているものの、実際に使用できるレベルには至っていない。

シリコーンレジン、シリコーンコーティング剤と呼ばれる製品群においては、過去においては、製品製造時に溶剤を使用したり、溶剤を含む製品が数多くあった。現在、製造時には、環境、労

働衛生、経済性といった側面からも、溶媒を全く使用しないか最小限の使用あるいは、危険性、有害性の低い溶剤に置き換えられている。最終製品も同様で、無溶剤化、水系エマルジョン化、環境に適合する溶剤化が施されてきている。「原則5：Safer Solvents」

手前味噌的な見方であるが、シリコーン製品は、環境に比較的優しい材料だと思っている。上述したように、「グリーンケミストリー」の12原則に沿ったプロセスや製品が多数ある。しかしながら、3000とも5000ともいわれる製品群を抱えており、まだまだ改善の余地は大きい。例えば、耐久性を謳うシリコーン製品で、その分解までも考慮した製品ができると素晴らしいと思う。今後に期待したい。

「原則10：Design for Degradation」

最後になるが、シリコーン製品は、それが使用される最終製品の特性を高性能化、安定化、耐久化等するために使用されている例が多い。省エネルギーを実現するLED照明用の封止材、接着剤、放熱材といった部材や、自動車の軽量化に貢献するプラスチック用シリコーンハードコート剤、自動車の燃費向上に寄与するエコタイヤ用シランなどがその好例である。

顧客や最終製品使用者に対して環境へポジティブなインパクトを与えることができるシリコーン製品やソリューションを提供するため、製品や製造プロセス開発時にはグリーンケミストリーを実践し、世界のSDGsに貢献することが技術者としての使命と捉えたい。