

環境調和型化学プロセスの開発

Green Process Development

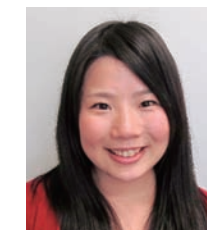
教授 スミス リチャード
Professor
Smith Richard Lee Jr.



准教授
渡邊 賢
Associate Professor
Masaru Watanabe



助教
相田 卓
Assistant Professor
Taku Aida



秘書
吉田 恵美
Secretary
Emi Yoshida

Solar energy provides all the energy that Society needs for sustainable living. Water and Carbon dioxide can be used to develop chemical processes that are clean and friendly to our environment. In the supercritical state, both water and carbon dioxide can be made to mimic the properties of many organic liquids that provide both performance and advantages and environmental benefits. With these solvents, our lab studies biomass conversion, material synthesis, waste recycling, synthetic chemistry, polymer processing and separation processes.

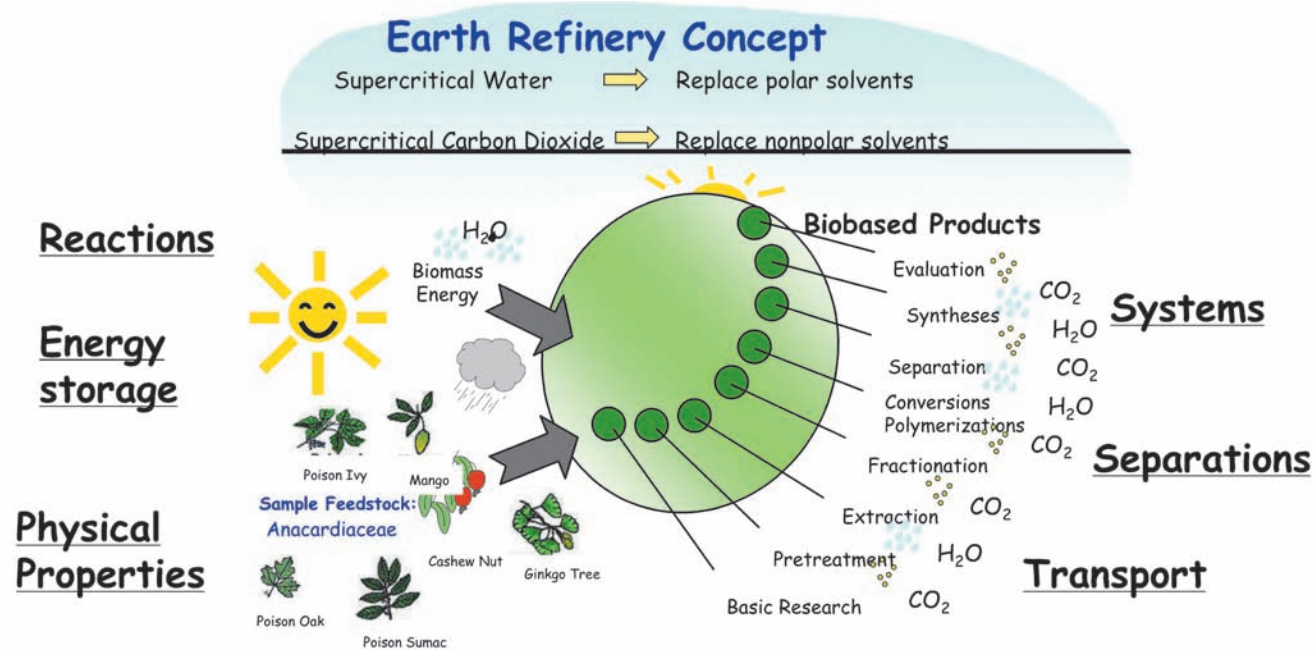


Fig.1 Development of Sustainable Products and Systems.

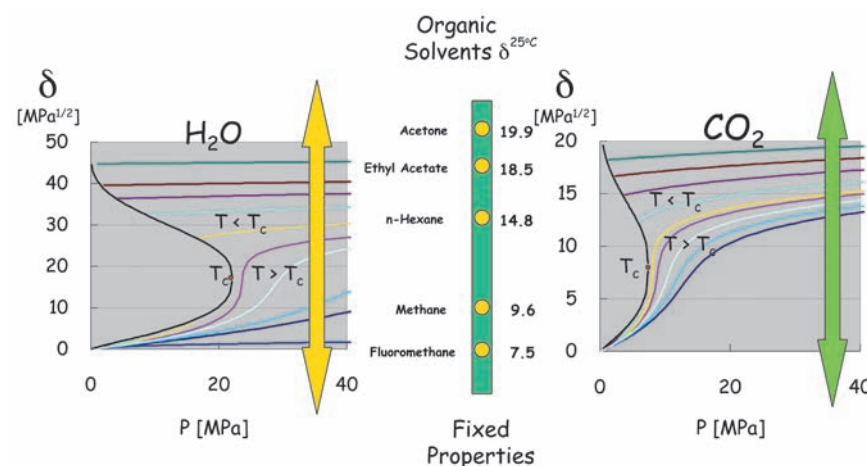


Fig. 2 Solubility parameters of water and carbon dioxide as a function of temperature and pressure.

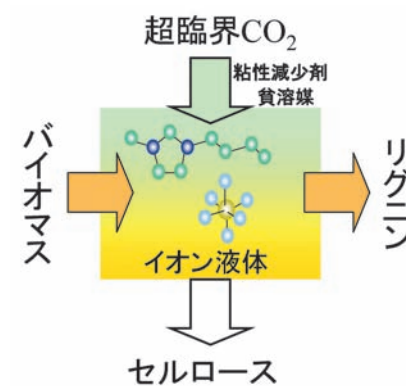


Fig. 3 Separation process of biomass with supercritical CO₂ and ionic liquid.

太陽エネルギーにより、年間950億トンの炭素循環が可能となる。このエネルギーのうちわずか10%を利用するだけで、人類は自然と調和した持続可能な生活を送ることができる。水と二酸化炭素、特にそれらの超臨界状態を利用することで、環境にやさしい新規化学プロセスが構築できる (Fig.1)。

水と二酸化炭素は、超臨界状態において有機溶媒に近い性質を持ち、操作性と環境調和性の双方に優れた溶媒となる (Fig.2)。化学プロセスの例としてバイオマス分解、材料合成、廃棄物リサイクル、合成化学、高分子加工がある。我々が現在検討しているプロセスの一つに、エタノール発酵において重要となるバイオマス成分 (セルロース、ヘミセルロース、リグニン) の分離がある。これはイオン液体中にバイオマスを溶解させ、温度・

圧力を操作することで超臨界 CO₂ の物性を操作し、選択的に構成成分の抽出・分離を行うものである。イオン液体は有機溶媒と比較すると蒸気圧が極めて低いため大気への飛散がなく、環境調和型のプロセスとして期待される。

当研究室では、主に環境調和型の溶媒を用いた化学システムおよび化学プロセスの開発に関して研究を進めている。大部分の研究は超臨界流体、特に超臨界二酸化炭素と超臨界水の特長を利用するものである。他の研究として高温高圧水中でのバイオマス・プラスチック・炭化水素・重質油の改質反応、水熱合成による無機複合酸化物微粒子の合成、ハイドレート形成を利用した効率的な水素貯蔵システムがある。これらの研究は、世界中の大学等との共同研究としても行っている。



Learn!



Teach!



Goal!

2011年度の活動

超臨界水を用いたバイオマスの選択的分解やイオン液体、超臨界 CO₂、イオン交換樹脂を用いた変換反応、分離プロセスの研究テーマで資金を獲得し、超臨界技術に関するテーマで複数の日本の会社と共同研究を行っている。今年度は国際学会基調講演2件、学術論文は10報受理されている。

【来訪 / 講演】

9~10月 BPPT (Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi 技術評価応用庁) 研究員 Wahyu Bahari Setianto 氏滞在 (工学研究科外国人研究者)

基調講演

[1] Smith Jr., R.L., Thermochemical analysis of sub- and supercritical water oxidation biomass-related compounds for G, The 3rd International Congress on Green Process Engineering, GPE2011, Seri Pacific Hotel, Malaysia (2011.12.5-8)
[2] Smith Jr., R.L., Importance of properties of bioactive compounds for supercritical extraction and formation of particles, International Islamic University-Malaysia, Malaysia (2011.12.9)

論文

- 1) Green chemical processes with supercritical fluids: Properties, materials, separations and energy [Journal of Supercritical Fluids, 60, 2-15, (2011)] Machida, H., Takesue, M., Smith, R.L.
- 2) Catalytic conversion of cellulose into 5-hydroxymethylfurfural in high yields via a two-step process [Cellulose, 18 (5), 1327-1333, (2011)] Qi, X., Watanabe, M., Aida, T.M., Smith Jr., R.L.
- 3) Properties and phase equilibria of fluid mixtures as the basis for developing green chemical processes [Fluid Phase Equilibria 302 (1-2), 65-73, (2011)] Smith, R.L., Fang, Z.
- 4) High-yield reduction of carbon dioxide into formic acid by zero-valent metal/metal oxide redox cycles [Energy and Environmental Science 4 (3), 881-884, (2011)] Jin, F., Gao, Y., Jin, Y., Zhang, Y., Cao, J., Wei, Z., Smith Jr, R.L.
- 5) Infinite dilution partition coefficients of benzene derivative compounds in supercritical carbon dioxide + ionic liquid systems: 1-butyl-3-methylimidazolium chloride [bmim][Cl], 1-butyl-3-methylimidazolium acetate [bmim][Ac] and 1-butyl-3-methylimidazolium octylsulfate [bmim][OCSO4] [Journal of Supercritical Fluids, Article in Press, (2011)] Hiraga, Y., Endo, W., Machida, H., Sato, Y., Aida, T.M., Watanabe, M., Smith Jr., R.L.,