

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.



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.

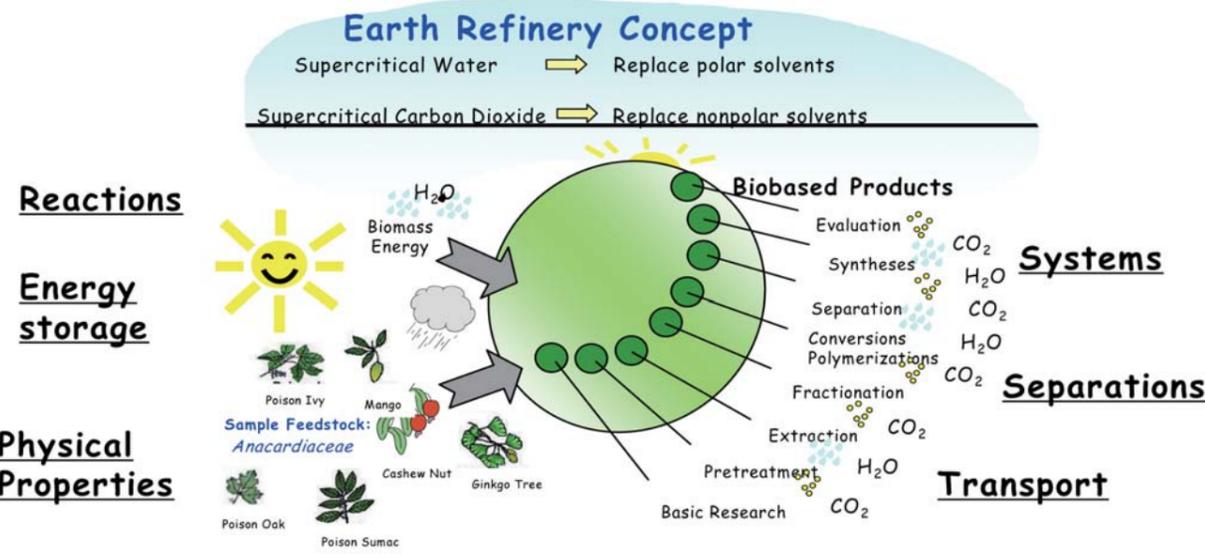


Fig.1 Development of Sustainable Products and Systems.

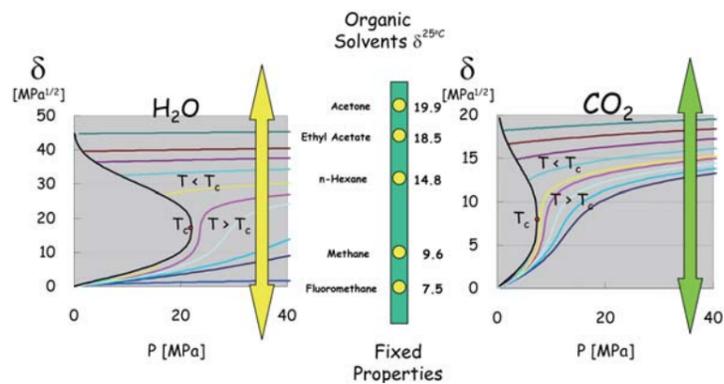


Fig. 2 Solubility parameters of water and carbon dioxide as a function of temperature and pressure.

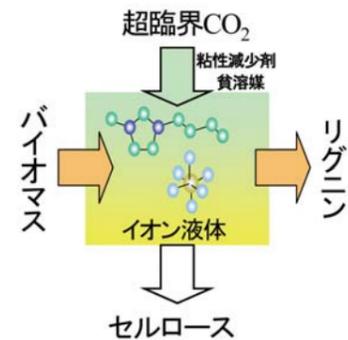


Fig. 3 Separation process of biomass with supercritical CO₂ and ionic liquid.



准教授
渡邊 賢
Associate Professor
Masaru Watanabe



助教
相田 卓
Assistant Professor
Taku Aida



秘書
大友 麻子
Secretary
Asako Otomo



秘書
吉田 恵美
Secretary
Emi Yoshida

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)。

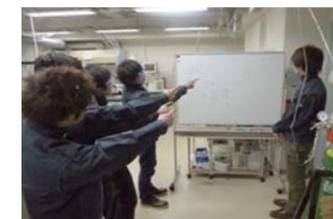
水と二酸化炭素は、超臨界状態において有機溶媒に近い性質を持ち、操作性と環境調和性の双方に優れた溶媒となる (Fig.2)。化学プロセスの例としてバイオマス分解、材料合成、廃棄物リサイクル、合成化学、高分子加工がある。我々が現在検討しているプロセスの一つに、エタノール発酵において重要となるバイオマス成分(セルロース、ヘミセルロース、リグニン)の分画がある。これはイオン液体中にバイオマスを溶解させ、

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压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!

2010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、超臨界技術に関わ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4件、化学工学会の口頭発表7件、学術論文は13報受理されている。

【来訪/講演】

- 6月 アメリカ・ヴァージニア大学、John P. O'Connell教授講演会：『Fluctuation Solution Theory: Some of the Old and Some of the New』
- 10~12月 マレーシア・プトラマレーシア大学のMd. Zaidul Islam Sarker氏滞任 (JSPS短期招へい研究員)

基調講演

- Richard L. Smith, Jr. : 『Properties and phase equilibria of fluid mixtures as the basis for developing green chemical processes』 : PPEPPD, Suzhou, Jiangsu, China(2010.5)
- Richard L. Smith, Jr. : 『Green processes with supercritical fluids: properties, materials, separation and energy』 : 9th Conference on Supercritical Fluids and Their Applications, Sorrento, Napoli, Italy(2010.9) [他2件]

論文

- Efficient one-pot production of 5-hydroxymethylfurfural from inulin in ionic liquids [Green Chemistry, (2010), 12(10), 1855-1860.] Xinhua Qi, Masaru Watanabe, Taku. M. Aida, Richard L. Smith, Jr.
- Reaction kinetics of d-xylose in sub- and supercritical water [Journal of Supercritical Fluids, (2010), 55(1), 208-216.] Taku M. Aida, Naohiro Shiraiishi, Masaki Kubo, Masaru Watanabe, Richard L. Smith, Jr.
- Continuous synthesis of Zn2SiO4:Mn2+ fine particles in supercritical water at temperatures of 400-500°C and pressures of 30-35 MPa [Journal of Supercritical Fluids, (2010), 54(2), 266-271.] Kazuaki Shibuki, Masafumi Takesue, Taku M. Aida, Masaru Watanabe, Hiromichi Hayashi, Richard L. Smith, Jr.
- Phase equilibrium measurements of hydrogen-tetrahydrofuran and hydrogen-cyclopentane binary clathrate hydrate systems [Journal of Chemical and Engineering Data, (2010), 55(6), 2214-2218.] Hiroyuki Komatsu, Hiroki Yoshioka, Masaki Ota, Yoshiyuki Sato, Masaru Watanabe, Richard L. Smith, Jr., Cor J. Peters
- Heavy oil upgrading in the presence of high density water: Basic study [Journal of Supercritical Fluids, (2010), 53(1-3), 48-52.] Masaru Watanabe, Shinnosuke Kato, Satoshi Ishizeki, Hiroshi Inomata, Richard L. Smith, Jr.