

物質循環制御システム研究開発用シミュレータ SICLE の開発 Developing the Simulator of Material Circulation Control System, SICLE

扇拓矢¹, 森山 枝里子^{1*}, 諸島玲治¹, 飯野翔太¹, 山下明広¹, 濱田大典¹, 広崎朋史¹, 公平綾¹, 宮嶋宏行², 石川芳男³, 中根昌克³

OHGI, Takuya¹, Eriko Moriyama^{1*}, MOROSHIMA, Reiji¹, IINO, Shota¹, YAMASHITA, Teruhiro¹, HAMADA, Daisuke¹, HIROSAKI, Tomofumi¹, KOHEI, Ryo¹, MIYAJIMA, Hiroyuki², ISHIKAWA, Yoshio³, NAKANE, Masakatsu³

¹ 宇宙システム開発株式会社, ² 東京女学館大学, ³ 日本大学

¹Space Systems Development Corporation, ²Tokyo Jogakkan College, ³Nihon University

人類が宇宙に進出してから 50 年以上が経ち、宇宙で人間が活動するうえで欠かせない生命維持システム (Environmental Control and Life Support System, ECLSS) は、様々なミッションに対応して研究開発され、進化してきた。生命維持システムにおいて大切な物質循環は、人が生活する上で必要な物質や排出物を植物や物理化学装置を利用して再生循環させることである。現在では国際宇宙ステーションで、生命維持システムによって水や酸素の再生を行いながら人間が宇宙に長期滞在できるまでになった。今後は、月面基地や火星有人探査に向けて新たな生命維持システムの検討や研究開発が必要とされるだろう。

生命維持システムの規模が拡大し、複雑化するにつれ、システム全体の物質循環制御が重要になってくる。この物質循環を円滑に効率よく制御させる研究を支援するため、我々は、生命維持システムの物質循環と制御を模擬するシミュレータ (Simulator for Closed Life and Ecology, SICLE) の開発に取り組んでいる。多様化・複雑化していく生命維持システムの研究開発に対応していくため、以下の 2 つの特徴を望ましい機能として開発を行っている。

1. 直観的な操作性を重視したインターフェース
2. 拡張性を有するソフトウェア構成

SICLE では、ブロック図を利用したシステム設計方法を取り入れることで視覚的にシステムを構築することができ、システム設計の操作性を容易にした。さらに、ユーザーインターフェースには XML ファイルテンプレートを利用することにより、デフォルト装置だけでなく、ユーザー定義の装置もシステムに組み込むことが可能である。また、様々な処理や挙動が網羅できる仕様になっているため、汎用性が高い。これらにより、上記 2 つの特徴を実現した。

今後は、ユーザー自身で応用的なシステム制御方法を試行できるよう改良を重ねると共に、現存する生命維持システムのデータ比較によるシミュレータ性能実証を進めていきたい。

キーワード: 生命維持装置, 物質循環, 生命維持システム, シミュレータ

Keywords: ECLSS, CELSS, Material Circulation Control, Life Support System, Simulator

QCM バイオセンサーを用いた閉鎖系環境下での微生物の増殖速度測定法 A method using a biosensor for measurement of bacterial growth in a closed-ecosystem

安部 智子^{1*}, 鳥井眸², 半田浩一², 山名昌男¹
Tomoko Abe^{1*}, Hitomi Trii², Koichi Handa², Masao Yamana¹

¹ 東京電機大学工学部, ² 東京電機大学大学院理工学研究科

¹School of Science and Engineering, Tokyo Denki University, ²Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Denki University

水晶振動子は人工水晶から切り出した水晶板の両面に電極を取り付けた形をした素子で、逆圧電効果により一定の周波数で振動する。Quartz Crystal Microbalance (QCM, 水晶振動子マイクロ天秤) は、水晶振動子の電極上に付着した物質の質量に応じて発振周波数が定量的に減少する特性を利用し、ナノグラムレベルからの微量な質量変化を発振周波数変化として測定する方法である。

我々はこれまでに、QCM センサーを用いて微生物や培養細胞の細胞数を簡便かつ精密に測定する方法を検討してきた。本研究では、フロー型セルと簡易 QCM 回路を組み合わせたシステムを構築し、制限された環境下での微生物の増殖速度の変化を測定した。環境中でリアルタイムに微生物あるいは細胞の増殖挙動を測定出来る簡易センサーの構築を目指しており、本測定法は、閉鎖系内での細胞の挙動を解析するための有効な測定法となり得る。

キーワード: バイオセンサー, マイクロバランス, 微生物

Keywords: Biosensor, Microbalance, Microorganism

乾燥ラン藻の高温耐性を付与するしくみ The function of high temperature tolerance in cyanobacteria, *Nostoc* sp. HK-01

木村 駿太^{1*}, 富田-横谷 香織¹, 馬場啓一², 五十嵐裕一¹, 新井真由美³, 佐藤誠吾¹, 加藤 浩⁴
Shunnta Kimura^{1*}, Kaori Tomita-Yokotani¹, BABA, Keiichi², IGARASHI, Yuichi¹, ARAI, Mayumi³, SATO, Seigo¹, Hiroshi Katoh⁴

¹筑波大学, ²京都大学, ³日本科学未来館, ⁴三重大学

¹University of Tsukuba, ²Kyoto University, ³National Museum of Emerging Science and Innovation, ⁴Mie University

かつて地球環境の物質循環に多大な影響を及ぼしたとされる光合成微生物であるラン藻は過酷な閉鎖環境における物質循環を担う生物として貢献できる。乾燥状態の陸生ラン藻の *Nostoc* sp. HK-01 の藻塊が、水の沸点にあたる 100 °C の高温環境で 10 時間曝露された後も、光合成機能を損なうことなく蘇生が可能であることを確認したので発表する。この耐性機能の検証を行う過程で、ラン藻が生育環境中に放出する粘性多糖が、乾燥時のラン藻細胞の内外で、巧みなしくみを備えている可能性が示唆されたことから、これらの機能の可能性について併せて考察する。

キーワード: ラン藻, 高温耐性, *Nostoc* sp.

Keywords: cyanobacteria, high temperature tolerance, *Nostoc* sp.

閉鎖生態系における樹木利用の有用性 サクラの生物活性を例として
Utilization of functional woody plant line, Japanese cherry tree, in closed bio-ecosystem
on the biological activity.

新津 史恵^{1*}, 木村 靖子², 千田 ゆかり¹, 藤井 義晴³, 佐藤 誠吾¹, 富田-横谷 香織¹

FUMIE NIITSU^{1*}, Yasuko Kimura², Yukari Chida¹, Yoshiharu Fujii³, SATOU, Seigo¹, Kaori Tomita-Yokotani¹

¹ 筑波大学, ² 十文字女子大学, ³ 東京農工大学

¹University of Tsukuba, ²Jumonji University, ³Tokyo University of Agriculture and Technology

人工に閉鎖生態系を設計するとき、樹木は閉鎖環境内の酸素や二酸化炭素の物質循環のほかに、生活材料や食糧など多くの利用価値を持つ。樹木を閉鎖生態系に導入して栽培する時、樹木が他生物にどのような影響を与えるかを検証しておくことは重要である。これまでに、閉鎖環境で、二酸化炭素固定や構築物資材のほか、癒しや食糧としても利用できるという観点から、利用価値が高いとして選別されたアレロパシー活性の高いサクラ属樹木の葉から得られた抽出物について、抗酸化活性と β -グルコシダーゼ阻害活性を評価したところ、両活性について高い活性を示すことが分かった。そこで、高い活性を示す樹木種の葉を食品として利用することを想定して、様々な調理を行い、両活性の調理前後の活性の変化を検証した。両活性は生活習慣病の予防や改善に貢献しうることから、このような樹

木を閉鎖生態系に導入すると機能性食品として利用することができる。樹木利用の利用価値と産生する物質群の閉鎖生態系で想定される利用過程の活性変化について考察する。