

令和4年度の研究(または活動)内容

車載用リチウムイオン蓄電池のユニバーサル利用技術の開発

本研究において、ハードウェアは車載用リチウムイオン二次電池(LiB)の機能を可能な限り利用する。

LiBの状態を正確かつ信頼性をもって把握することが蓄電システムを安全に利用できる方法である。そのため、LiBを構成するセルの電圧値、温度、LiBへの入出力制御デバイスと保護回路は、車載のままで利用した。EVおよびHV用蓄電池を制御できるハードとソフトの設計を行い、車載用蓄電池を用いた蓄電システムの全体像を図1に示す。

本研究で開発したシステム(図1)で日産リーフとホンダフィットの中古蓄電池を並列制御出来ることを確認し、太陽光パネル(PV)発電およびLiBに蓄電された電気エネルギーが無くなるとシステムは完全に停止するが、PV発電が始まると自動的に復旧し、LiBの充電を開始すること、およびLiBの電圧が利用可能な電圧まで上昇するとLOADのリレーをONし、負荷への電力供給に成功した。

続いて、実証実験を行うために東北工業大学八木山キャンパス中庭に設置されている太陽光パネルおよび街灯に本システムの設置を検討した。システムの設置スペース(図2)の関係上、今回は蓄電制御システムよりホンダフィット蓄電池のみ使用して蓄電システムを組み立てる。このシステムは、構成する全ての蓄電池のセル電圧を正確に測定するアルゴリズムおよびソフトウェアを搭載したシステム(コントロールボックス)を設置している。これらのシステムと、八木山キャンパス中庭の屋根に新たに出力300W太陽光発電PVパネルを組み合わせ中庭に設置した。今後は再生可能エネルギーと系統電力との組み合わせで電気エネルギーの消費傾向を実証実験する予定である。

モジュール全体

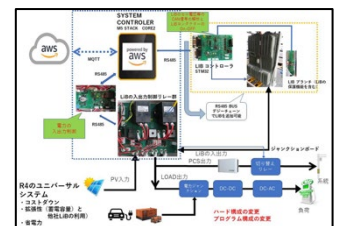


図1 本開発システムの概要



図2 八木山キャンパス中庭に設置されているシステム格納庫

風観測用中赤外レーザーの高効率化技術の開発

波長 $2\mu\text{m}$ 帯 Ho レーザーを用いたドップラーライダーは、全球的な風観測を行うための衛星搭載型センサーとして期待されている。衛星での限られた電力で、高出力レーザーを動作させるため、新たな高効率励起技術の開発を進めている。図3は、佐藤が提案する共振器内共鳴励起方式により Ho レーザーを励起するために試作した Tm:YLF レーザーである。このレーザーは、2022 年 3 月に発生した地震により破損してしまったが、今年度、それをさらに機械的強度を高めた構造に設計し直し、再構築した。図3に示されるように、レーザー発振に成功し、昨年度実施できなかった共振器の最適化実験を行うことができた。共振器を構成する出力鏡の最

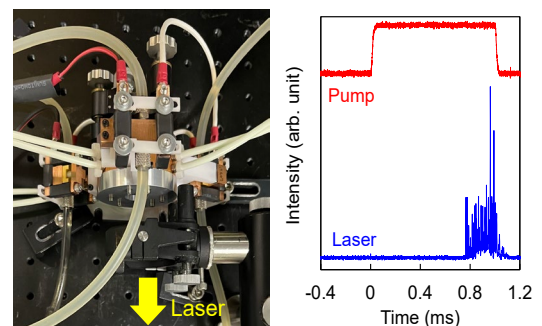


図3 開発した Tm:YLF レーザーとそのパルス波形

図3に示されるように、レーザー発振に成功し、昨年度実施できなかった共振器の最適化実験を行うことができた。共振器を構成する出力鏡の最

適反射率は非常に高く($R=98\sim99\%$)、さらに低しきい値化が必要であることがわかった。出力はまだ10mJ 程度であり、数倍程度の高出力化も必要である。今後、励起光の高密度化を図るためのレーザーヘッドの改良を行い、低しきい値化及び高出力化を進める。

持続可能な河川管理に向けた基礎的研究

継続的に持続可能な河川管理に向けた研究を進めており、河川の土砂堆積の経年的な変化と水位変動の関係性の整理(図 4)や河道内樹木の力学的な相似則を考慮した水理模型実験による検討、脱コンクリートを目指した河川管理技術として伝統的な手法に着目し、現代の河川管理への適用に関する基礎的なデータの蒐集に取り組んでいる。今回は、石積みによる堤防裏法の保護に関する検討について紹介する。玉石積みの擁壁は現行法では新たに建造することはできないが、先ずはその性状を探るという意味で玉石積みの擁壁に対して模型実験を行った(図 5)。その結果粒度の低い裏込め材を施工した場合に越流に対して耐久性が高くなり1 時間以上持ちこたえることも可能であることを確認した。今後の展開としては、石積み玉石積みではない積み方にすることや、蛇籠にして積み上げることでより現実の構造に近づけていくことを考えている。

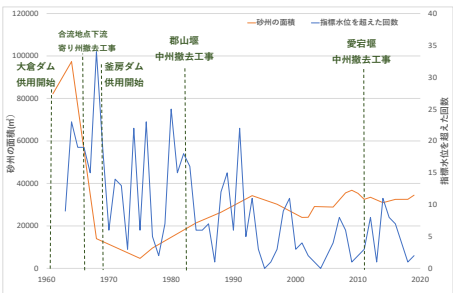


図 4 名取川の砂州面積と水位の関係 (広瀬川合流部下流)

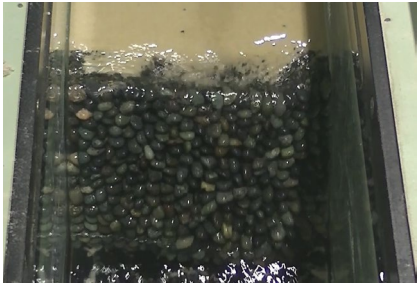


図 5 石積み模型(玉石積み+裏込め材)

海水電解用酸素発生陽極を用いた煎ごう金の電気防食法の開発

私たちの研究室では海水を直接電解しても塩素を発生させず酸素のみを生成する酸素発生電極の創製を行っている。この酸素発生陽極の産業への活用として、製塩工程における鉄鋼材料の電気防食技術がある。これまでの研究では、海水電解用酸素発生陽極を用いた電気防食法を、高温模擬海水 2.5 M NaCl 中で適応することにより、Fe および SUS304 の腐食を抑制できることを見出している。本研究では、仙台湾での製塩を想定して Fe および SUS304 を実際の海水中に浸漬したさいの腐食状況を調べたのち、海水電解用酸素発生陽極を用いた電気防食を適用したさいの腐食状況、電位の変化を調べた。図 6 のように、海水中には、 Cl^- , Na^+ を主成分として、 Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Ca^{2+} , K^+ の順の成分となる。浸漬試験により、168 時間で 6.87 % の重量減少が見られた。これに対して、 $20\ \mu\text{A}/\text{cm}^2$ で電気防

海水中のイオン	モル濃度 (mol/L)	海水中の割合
Cl^-	5.08×10^{-1}	50.8%
Na^+	4.04×10^{-1}	40.4%
Mg^{2+}	4.94×10^{-2}	4.94%
SO_4^{2-}	2.87×10^{-2}	2.87%
Ca^{2+}	9.73×10^{-3}	0.97%
K^+	8.70×10^{-3}	0.87%
$\text{B}(\text{OH})_4^-$	3.89×10^{-4}	0.04%
Sr^{2+}	8.33×10^{-5}	0.008%
NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+	1.53×10^{-5}	0.0015%
Si^{4+}	1.03×10^{-5}	0.0010%
HPO_4^{2-} , PO_4^{3-} , H_2PO_4^-	8.72×10^{-7}	0.000087%
And the rest	2.73×10^{-7}	0.000027%

一般財団法人 宮城県公衆衛生協会

図 6 電解セルと送液方法の模式図

海水電解用酸素発生陽極を用いた電気防食を適用したさいの腐食状況、電位の変化を調べた。図 6 のように、海水中には、 Cl^- , Na^+ を主成分として、 Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Ca^{2+} , K^+ の順の成分となる。浸漬試験により、168 時間で 6.87 % の重量減少が見られた。これに対して、 $20\ \mu\text{A}/\text{cm}^2$ で電気防

食を行うと、168 時間で 1.24 %の重量減少となり、電気防食の効果が現れることがわかった。さらに電流密度を調整した $100 \mu\text{A}/\text{cm}^2$ では 168 時間で 0.92 %の重量減少となった。しかしながら、 $200 \mu\text{A}/\text{cm}^2$ では 168 時間で 6.58 %の重量増加が見られ、過剰な電流値では腐食を抑制できるが、鉄表面に海水中の成分がカソード析出することとなった。