

植物発電によるワイヤレス植物モニタリングシステムを開発

2012. 12. 21 立命館大学
理工学部電子情報工学科
道関 隆国

【概要】

多数のセンサー群を人、物、環境中に配置し、各種情報をセンシングすることにより我々の生活の安全・安心を支えるセンサーネットワークでは、電池交換の不要なバッテリーレス端末が必須となります。道関研究室では、微小ながら我々の身の回りのどこにでも存在するエネルギー源として、尿発電を利用したワイヤレス尿発電センサー端末を開発し、その有用性をおむつに組み込んだ尿漏れセンサーで実証してきました。今回、尿発電技術を植物(木部樹液)発電に応用したワイヤレス植物発電センサーを開発し、その有用性を実際の観葉植物で実証しました。本システムは、植物に針電極をさすだけで植物の健康状態がわかるので、従来の電池駆動のセンサーを用いるモニタリングシステムに比べて、センサーの小型、軽量化が図れる特徴があります。

【植物発電によるワイヤレス植物モニタリングシステム】

今回試作したワイヤレス植物発電モニタリングシステムを図1に示します。植物モニタリングシステムは、植物発電センサーと受信機からなります。植物発電センサーは、植物の導管を通る水分(木部樹液)で1マイクロワット級の微小な電力を発電する植物発電電池、微小発電電力を蓄える大容量キャパシタ(10 mF)、キャパシタに電力が貯まったら、その電力を後段の回路に供給する間欠電源回路、および、送信機からなります。木部樹液の量が一定の場合には、植物発電センサーは、一定間隔で送信信号を送信します。しかしながら、植物の土壌の水分量が少なかったり、植物自体が弱っており木部樹液を吸い上げられない場合には、木部樹液量が低下し発電量も低下するため、植物発電センサーからの送信信号間隔が長くなります(図2)。したがって、受信機で植物発電センサーからの受信間隔をモニタすれば、受信データ間隔で植物のモニタリングができます。



図1 植物発電による植物モニタリングシステム

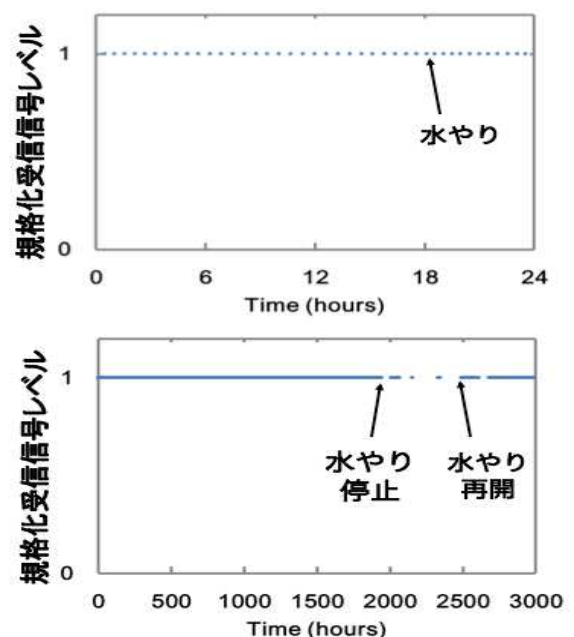


図2 植物発電センサーからの受信データ

【開発した技術の特徴】

(1) 植物（木部樹液）発電・電池

従来の電池は、正負の電極および電解液から構成されています。植物発電電池では、正極にステンレス電極を、負極に亜鉛メッキした鉄の針電極を、電解液として木部樹液を用いました（図3）。評価した植物（パキラ）の発電電流は3マイクロアンペアで出力電圧は無負荷時に1Vでした。また、発電電力を10 mFのキャパシタに充電するのに30分かかりました。

(2) 間欠電源回路

植物発電で発生した電流は微小であるため、発電電流を一旦キャパシタに充電し、キャパシタの電力が一杯になったら、その電力を送信機に供給するための間欠電源回路が必要になります。キャパシタの充電状態はキャパシタの充電電圧を検出回路で検出することによりチェックできますが、電源の間欠動作を妨げないためには、検出回路は植物発電の1/100程度の消費電力で動作することが必要となります。また、パワースイッチ・トランジスタを用いて、キャパシタの動作モードを充電モードから電力供給モードに切り換える際、送信機の電力消費が大きいため、キャパシタの電圧とともに検出回路の電源も低下してしまい、パワースイッチ・トランジスタのスイッチングができなくなる問題がありました。今回、ナノワット級の極低電力検出回路を用い、キャパシタの電源線と検出回路の電源線を分離する分割電源線回路構成を提案し、パワースイッチ・トランジスタによるスイッチングで送信機への電力供給ができるようにしました。

分割電源回路構成により、これまでデータのモニタリングが難しかった植物発電による微小電力を継続して観測することが可能となりました。



図3 植物発電電池



図4 植物発電センサーボード

【国際会議での成果】

本研究で得られた成果は、2012年10月、センサーの分野では世界で最大の国際会議、IEEE SENSORS 2012で発表しました。

【今後の展開】

今後、植物発電センサーの小型・軽量化を行うとともに、複数の植物で本モニタリングシステムの有用性を実証し、実際の農業で行われている植物栽培等に適用して行く予定です。