

様式 1

研究成果報告書

研究課題名	R F I D型低コスト生物保全環境モニタリングシステムの開発
研究開発組合代表者	ヴィヴィドワークス(株) 代表取締役 一條 渉

1. 研究目的（研究開発の概要図等添付）

農業農村整備事業においては、環境・景観配慮が原則となり、これらの調査・計画・設計に資する技術の効率化、体系化が求められている。しかし、これらの長期的な情報収集においては、コストが嵩み広範な導入まで至っておらず、正確で有効なデータの収集ができていない。また、生物生息調査の住民参加による実施やモニタリング結果の関係者への情報提供は、住民との意思疎通を図る上で重要な要素となっており、データ収集システムの導入費用を低コストに抑さえ、簡単に設置、だれもが使えるシステムの構築、導入後の人的コストも抑えることが必要である。

そこで本研究では①密閉型ポットでメンテナンスフリーな監視機能を提供し、②RFIDタグの通信システムにより生物相、環境相を調査し、③長期間、自立動作を可能とするHybrid電源を利用し、④誰もが簡単なPC操作でデータ収集ができる機能で人材コストを抑え、⑤オープンなUSBメモリ駆動型GISシステムで多くの団体、住民で監視データを共有できる技術を実現し、他システムと相互な簡易連携を実現できる、農業農村整備事業の円滑な推進と多様な主体の協力を得た環境配慮の促進を図れる生物保全環境モニタリングシステムを研究開発する。

2. 研究内容

本研究開発事業で開発する生物保全モニタリングシステムは、次に示すハードウェア製作工程とソフトウェア製作工程からなり、それぞれの工程に必要なハードウェア、ソフトウェアを統合したシステムを開発する。

① メンテナンスフリーな小型センサーポッド開発

密閉型で可搬容易な小型で長期間メンテナンスフリーなセンサーポッドを開発する。ポッドは水質、温度等多種センサーを組み込んで様々なデータの収集が行え、またRFIDセンサーを組み込むことで、当システムに近づく魚類、両生類を定点観測し多様な情報をモニタリングして観測データを長期間維持保存するシステムの開発を行う。

② UHF帯RFIDリーダシステム開発

UHF帯RFIDパッシブタグは小さな魚類(または小鳥獣)にも生物負荷が少なく装着が行え、通信距離は10m（水分を含む環境下では1m）程を感知するセンサーシステムを開発する。

③ 自立動作可能なHybrid型省電力電源制御ソフトシステムの開発

可搬性が楽で長期間メンテナンスフリーな機能を実現するために、複数充電電池と太陽電池を組み合わせた、効率的なHybrid省電力制御ソフトを開発する。

④ クイックファーストプロトコル データ制御システム開発

センサーポッドに近づき簡易な操作（ワンクリック）で収集されたポッドのデータを観測者のPC（スマートフォン等）へ送信するシステムを開発する。

ワンクリック操作以外、ほぼ操作させない(容量不足時、バッテリー不足時以外)、簡単に扱いやすいデータ収集方法として高度なリンク技術を開発する。

データを収集中にはPC携帯者は他の生物観測を実施でき、人的コストを低減できます。

⑤ USBユビキタスGISシステムの開発

GISシステムをUSBメモリ駆動型で開発し、どんなPC(Windows)でも使用できる機能を提供し、観測データ分析のコストの低減化を図る。またUSBユビキタスGISシステムでは他GISシステムなどとのデータを相互にやり取りできるプラグインの提供を行う。

3. 目標とする成果

3. 1 目標とする成果

- ① センサーポッド開発
 - ・小型化による、操作性や設置の取り回しの簡易化
 - ・様々なセンサーを簡易取り付けによる監視データの高機能化
 - ・低価格化(部品点数の削減化)
- ② RFIDリーダシステム開発
 - ・水分を含んだ環境下での運用
 - ・生物負荷を抑えたタグの開発
 - ・様々な場所におけるセンシング能力の向上
- ③ Hybrid電源制御モジュール開発
 - ・電源の小型化
 - ・メンテナンスフリーを行える省電力機能の向上
 - ・各電池の機能向上時の簡単な交換可能な仕組み
- ④ クイックファーストプロトコルのモバイル機器対応
 - ・スマートフォン等の小型PC機器との通信機能対応
 - ・観測者に負担を強いらないワンクリック操作の提供
- ⑤ GISプログラムのモバイル機器対応
 - ・どこでも動作可能なUSBメモリ駆動型機構の提供
 - ・さまざまな追加機能APIを提供
 - ・データを簡単に取り込める機能のプラグイン化

3. 2 従来技術との比較

- ① センサーポッド
 - ・自立運用型のため設置が今までの観測装置のような工事は不要で低コストで設置できる(設置場所を簡単に移動できるので、観測場所を自由にできる)
 - ・単体単価が低価格なので複数導入が安易に行え、観測点を増やせる
 - ・様々なセンサーを後付できるので用途に応じてデータの収集が可能になる
- ② RFIDリーダシステム
 - ・小型タグを取り付けられるので生物負荷が少ない
 - ・RFIDタグを観測システムに使用されるのは初めての試みである
今までは大型無線装置での追跡システムが主流であったが、今試作では流通業界などでは一般的になりつつあり、タグが小型化され、低価格で供給されることで多くのサンプル数に装着できる
- ③ Hybrid電源制御モジュール
 - ・小型化可能な各電池機器のカセットとして交換可能である
- ④ クイックファーストプロトコル
 - ・スマートフォンOSとの通信機能の搭載で観測機器の小型化が図られた
 - ・誰でも扱えるワンクリック操作で、操作教育等の専門性を必要としないので、人的コストも軽減化された

- ⑤ ユビキタス GIS プログラム
 - ・GIS プログラムの USB メモリ駆動化による、P C の提供不要
今までは P C をそのまま使用することで、どこでも分析可能
 - ・データの取り込みをプラグイン化して、フリーで提供
機能をオープン化して、開発を誰でも行える機能提供

4. 研究成果

4. 1 研究成果概要（目標とする成果との検証等）

- ① センサーポッド
 - ・現在 25x25x40 程度の大きさを実現して大人が片手で簡単に移動できる構造を実現した。ただし移動が簡単に可能なため盗難などには鍵などの対策が必要である。
 - ・国内生産の高機能 C P U への設計変更を行い、低価格化を実現した。
- ② RFID リーダシステム
 - ・観測装置として水分環境下での使用は業界初の試みで 1 0 C m 程度のセンサー範囲で確認できたが、今後アンテナ等の再設計が必要と考えている。
 - ・タグを工夫し水分を含む環境下で生物に装着が可能ではある。しかしまだインレットのアンテナ部分が大きく生物負荷が少ないとは言えない。今後生物装着への負荷軽減を考慮する形状を工夫する必要があるがインレット形状の開発には数千万の費用が派生するために、流通系の改良されたタグインレットを工夫して使用することが必要である。
- ③ Hybrid 電源制御システム
 - ・電池類のカセット化で簡易に交換が可能な構造を実装できた。
- ④ クイックファーストプロトコル
 - ・開発初年度においてはノート P C との通信での開発を行ったが、観測者の負荷を低減させるために、スマートフォンとの通信を行える機能を実現した、ただし、P C から比べると転送速度のパフォーマンスが出ていないので、プログラムのスリム化が必要である。
 - ・スマートフォン上で転送プログラムを動作させておけば、センサーポッドを自動確認して、『転送』ボタンをクリックするだけの簡単操作にした。
- ⑤ GIS プログラム
 - ・U S B メモリ駆動化が実現され、どんな P C でも G I S プログラムが動作できている。

4. 2 実験施設における概要、結果、課題等（実験状況がわかる写真等添付）

- ① センサーポッド
 - ・まれにポッド内の浸水があり、密閉性がまだ完全に担保されていない
- ② RFID リーダシステム
 - ・観測装置として初めての使用と電波法との兼ね合いで出力の調整がうまくいっていない、また高出力で動作させると電源の駆動時間が短縮され長時間の自立運用が難しい。
 - ・タグが簡単に生物へ装着できない。（負荷が大きい）
- ③ Hybrid 電源制御システム
 - ・太陽電池が大きく設置面積を占め、常に太陽向けられる環境ではないので、充電が追い付かない。
 - ・太陽電池が重く、設置場所に支えがないと横向きになり、観測不能になる。

- ④ クイックファーストプロトコル
 - ・通信の安定化が難しく、転送パフォーマンスが出ないために転送に時間がかかる。
 - ・転送パフォーマンスをポッド側で出す場合、電源の状況が安定しないと難しい、プログラム改良が必要である。
- ⑤ GIS プログラム
 - ・プラグイン化の機能は実装できているのでオープン化の提供仕様文書の整備が必要である。

4. 3 実証試験工事（現場適用）の概要、結果、課題等（工事状況がわかる写真等添付）

実施計画書で提出したスケジュール

研究開発項目	平成 20 年度	平成 21 年度		平成 22 年度	
	下期	上期	下期	上期	下期
(1) 計画策定支援システムの設計					
① 開発方針の検討					
② 検証用機器の設計					
③ 実用型システムの設計					
④ 設計の評価・検討・報告					
(2) 計画策定支援システムの開発					
① RFID リーダ機器の開発					
② Hybrid システム機器の開発					
③ 無線データ通信システム機器の開発					
④ USB GIS システムの開発					
⑤ インターフェースのデザイン・実装					
⑥ システムへの統合					
⑦ 評価・検討・報告					
(3) 実証試験					
① モデル地区の選定					
② モデル地区のデータ入力					
③ モデル地区での評価試験					
④ モデル地区でのワークショップ					
⑤ 運用					

上記スケジュールで（２）⑤、⑥、⑦を実施する予定としているが、モデル地区でのデータ入力、評価試験などが今年度開始時期の遅れのため実現できないでいる。

4. 4 普及活動状況等

本システムは単体で市販しても効果、能力を単純に理解されるものとは違い、生物生息環境への配慮、整備改良区の土地環境を調査しながら、各自治体環境部署、土地改良区などへ農工研を介してPRを行っている。

5. 今後の課題

- ① センサーポッド
 - ・再設計による、部品点数の削減での低価格化
 - ・ポッドの小型化、形状の再考察
- ② RFID リーダシステム
 - ・低出力でも安定して監視ができるアンテナ等の改良
 - ・タグの小型化による装着の容易さ、生物負荷の低減化
 - ・RFID に頼らない(生物付加を軽減する)、撮影アルゴリズムの考慮
- ③ Hybrid電源制御システム
 - ・太陽電池の小型化
 - ・ポッド内へ歪曲させるタイプの太陽電池の設置を再設計
 - ・リチウムイオン電池での運用（高価格な為現在は使用していない）
- ④ クイックファーストプロトコル
 - ・転送パフォーマンスの改良（プロトコルの削減）
- ⑤ GIS プログラム
 - ・多様なプラグインの提供

全体的にポッドの小型化、密閉化に問題が残っている、これらは太陽電池の発電容量や電波状態を向上させるための設計であったが、上記の点を再考察して、より扱いやすい形状を求める必要がある。

6. 試験研究機関（農工研、大学等）総括者による意見・評価等

項 目	評価結果	備 考
研究計画の効率性・妥当性	B	一見効率よく実施されているように見えるが、開発内容は過剰気味、Hybrid電源制御モジュールは本システムの商品化の鍵となる部分と思われるが、無理のある開発になっている。
目標の達成度	A	全体的な目標については実現している。特に、RFIDについては、タグの生物負荷の問題はあるものの、水深10cmまでのセンシングを可能としたことは目標以上の達成と言える。他社でも水中の受信の実績はないことから期待できる成果である。
研究成果の普及可能性	C	普及可能性は、Hybrid電源制御モジュールの開発を詰める必要がある。生物モニタリング用なので過酷な気象条件下での稼働試験が必要なる。1年の実証試験では普及可能性は把握出来ない。
研究成果の出来栄	B	軽量化が必要である。タグの設計は開発費が必要となるが、今回は市販のものを応用している。開発費を確保して、タグそのものの設計ができれば出来栄はずっと良くなるだろう。
総合コメント たいへん困難な課題であるRFIDパッシブタグの水中センシングシステムに挑戦している。水中センシングの商品化は少し先になると考えられるが、実験地区での活用はできるであろう。10cmの水中からの受信でも、魚道の構造との兼ね合いで利用できる場面はあると思われる。まずは、陸上生物での商品化を目指してはどうだろうか。		

注）評価結果欄は、A、B、Cのうち「A」を最高点、「C」を最低点として3段階で記入する。

7. 研究総括者による自己評価

項 目	評価結果	備 考
研究計画の効率性・妥当性	B	RFIDタグを使った、初めてのシステムであり、太陽電池を使った単独運用でシステムの扱いやすさは高いものであると思われるが大型化の課題は残った。
目標の達成度	B	機器としての小型化が未実現、また密閉性に課題が残るがシステムの扱いやすさは実現できた。
研究成果の普及可能性	B	現在形状のポッド単体で容積を60%程度に抑えれば、扱いやすくなり大きく普及する可能性が見えてくる。
研究成果の出来栄え	B	アンテナ、太陽電池の外部設置構成でポッドの形状に課題が残る、全体のシステムとして大きな機器を必要としない構成を実現できた。
総合コメント：今までにない安価なRFIDタグ無線システムとスマートフォン等と組み合わせで、操作の簡易性を追求したが、小型化のためにバッテリーの持続性を高い次元で維持できず、当初予定より大型化してしまった、またスマートフォン等の組み合わせを行い、現場で小型軽量の観測データ収集システムを実現できたが、スマートフォン機器側の制約で通信速度の高速性を実現できてはいないが、今後出荷されるスマートフォンの機能向上で解決されると思われる。またシステムとしての誰でも簡単に扱える扱いやすさ、機器単体での低価格化は実現できていると思われる。		

注) 評価結果欄は、A、B、Cのうち「A」を最高点、「C」を最低点として3段階で記入する。