

ARIC情報

■巻頭言

「攻めの農林水産業」の今後の推進にあたって

■事業紹介

排水機場の大規模更新事業の報告

— 美田を守るために —

■リニューアルにあたって

デジタル簡易無線を利用した 静止画 / データ伝送技術

— 設備・維持費が安価な無線回線を活用した、農業施設等の遠隔監視システム —



長野 典夫^{*1}



淡路 和夫^{*1}



道正 大照^{*1}



石川 博利^{*2}



長谷川 貴之^{*3}

^{*1} 株式会社情報システム総合研究所

^{*2} 伊達西根堰土地改良区

^{*3} 株式会社草野測器社

はじめに

ICT^{*1}の発展により、通信の世界ではデジタル化が急速に進み、制度の規制緩和等もあり、高機能で安価な製品の供給が広がっている。

応用技術の一つである機器間の通信を行う、M2M^{*2}システムも急速に開発と運用が進んでいる。

遠隔地の現場等の画像監視は、防災上やセキュリティ、設備等の監視・管理に有効な手段であるが、画像情報はデータ量が極めて大きく、その伝送にはブロードバンド回線^{*3}を必要とするため、多額の費用と導入の為に専門知識を必要とする事から導入には高いハードルがあった。

当社では平成17年から、防災行政無線向けの狭帯域無線回線^{*4}を

利用した静止画伝送装置 Hix^{*5}を開発し、全国の多くの自治体でご活用頂いている。

誰でも容易に開局でき、無線従事資格者が不要な、簡易無線局がデジタル化された事から、専門知識を必要とせず導入頂ける、専用のGUI^{*6}を含むパッケージ化製品を開発したので紹介する。

Hix システムの要素技術

Hix システムのコア技術としては、画像の高圧縮技術、狭帯域無線回線での伝送技術がある。

狭帯域回線は伝送容量が小さい(データ伝送速度が遅い)ため、データ量の大きい画像データは極力小さくする必要がある。

以下に Hix に使用している、画

像圧縮技術と狭帯域無線回線での伝送技術について報告する。

●画像のデータ量について

一般的に PC 画面上で表示する画面は VGA サイズである (Hix システムでは、この画面サイズを基本にしている)。

- ・VGA の解像度は 640 × 480 であり、307,200 ピクセルになる
- ・画素数をデータに換算すると 307,200 × 24 (RGB) = 7,373Kbit
- ・7,373kbit (921KB) のデータを 3.2kbps の伝送路で伝送すれば、約 38 分の時間が掛かることになり実用上不可能である。

●画像圧縮の方式について

上記で述べた様に、狭帯域無線

*本紹介では、無線通信に馴染みのない方にご理解頂けるように、なるべく平易にまとめたので、一部簡略化した箇所がある事を了承願います。

*1: Information and Communication Technology (情報通信技術)

*2: Machine to Machine

*3: 光ケーブルや LAN 環境の回線

*4: 伝送速度の遅い回線 (「●狭帯域無線について」参照)

*5: ハイエックス 当社の登録商標 (高圧縮静止画伝送システム)

*6: Graphical User Interface (PC 画面上でシステム制御するソフト)

*7: 免許が不要の特定小電力無線

*8: 携帯回線をリースし、データ通信網を提供するサービス

回線での画像伝送には、静止画像の高圧縮が必須となる。画像圧縮方式について述べる。

【JPEG 方式圧縮について】

世界標準方式である JPEG 方式の圧縮は、1/50 程度迄が限界であり、VGA 画像を限界まで圧縮しても、921KB/50=18KB であり、デジタル簡易無線での伝送時間は約 1 分間かかる事になる。それ以上の圧縮は現実的でない。

【Hix の圧縮について】

Hix で使用している画像圧縮は、

当社独自開発の MX Codec を使用している。本コーデックは、高圧縮した場合の画像劣化が JPEG 方式の約 3～4 倍の効率を有する。Hix では、1/150 の高圧縮 (6KB) でも、運用に十分な画質を確保出来る。

また、画質は低下するが場合によっては 1/300 (3KB) 以下にも圧縮が可能である。

●狭帯域無線について

デジタル簡易無線は、狭帯域無線回線に含まれる。

一方、地上デジタルテレビ電波は、6MHz と広帯域であり、デジタル簡易無線は、その 1/960 の 0.00625MHz (6.25KHz) と狭帯域になる。このため、狭帯域無線は、地上デジタルテレビ電波 1CH で、960CH を確保できるため、極めて効率がよく、多くのユーザーが利用できることから、一般の業務用無線は、狭帯域無線方式である。

【伝送速度と帯域幅】

狭い電波の帯域幅で伝送効率を上げるために、アナログからデジ



■原画：921KB



■ Hix 圧縮画像：6KB



■ JPEG 圧縮画像：6KB

●画像圧縮と画質劣化 上に原画、Hix 圧縮、JPEG 圧縮画像のサンプル画像を掲載する。原画（霧の中の砂防ダム）921KB を 6KB (1/150) に圧縮した。サンプルの通り JPEG では絵にならず、更に Hix では 3KB (1/300) に高圧縮しても、画質は低下するが、判別可能な画質が確保出来る。圧縮画像の評価法には、客観的評価法と主観的評価法（官能的評価法）がある。

【客観的評価法 (PSNR 値)】

Peak Signal to Noise Ratio であり、信号と雑音比で比較する。

$PSNR=10 \cdot \log_{10}(MAX^2/MSE)$ で算出。

【主観的評価法 (官能的評価法)】

画像を数人で、決められた採点法で評価し、総合平均値から評価する法、高圧縮の場合本方式が有効である。

■サンプル画像の評価値結果

方式	客観法	官能法	適否
JPEG	24dB	4/50	×
Hix	28dB	35/50	○

■圧縮度と伝送時間

圧縮度	伝送時間	備考
3KB	8 秒	上記サンプル画像は 6KB であり伝送時間は 16 秒かかる
6KB	16 秒	
9KB	24 秒	
12KB	32 秒	

タルへ移行が進行中である。

因みに、アナログ簡易無線とデジタル簡易無線では、その情報伝送速度は約3倍になる。

参考：アナログ	1.2kbps
デジタル	3.2kbps

【圧縮度と伝送時間】

圧縮度と画質は相反し、伝送時間は比例する。これは、圧縮度を上げると画質が低下し、下げると伝送時間がかかることになる。

Hixでは、もっとも実用的な圧縮度として6KBを推奨している。

●狭帯域無線での伝送技術

デジタル簡易無線は、携帯電話と違い、単一通信である（送信と受信を切替えながら通信する方式）。

また、回線品質が厳しく、ビットレートが低い等々の問題があり、データ量が大きい画像を狭帯域無線で伝送するシステムが開発されなかった経緯がある。

Hixは狭帯域無線回線利用を目的に開発した為、伝送のための各

種の対策（下記）がなされている。

【パケット通信の採用】

低ビットレートでの伝送を行うため、簡易無線での高効率のパケットプロトコルを開発した。

【誤り訂正符号の採用】

VHF/UHF帯を使用するため、外部雑音、フェージング等々による通信障害が発生する。

対策に効率の高い誤り訂正符号（FEC）を採用、 1×10^{-3} の回線品質で99%以上の受信率が可能。

下表はFECを付加と無しの場合の回線品質と受信率を、総務省北陸総合通信局の実証実験で検証したものである。誤り訂正符号は、方式で冗長性が異なる為、選択が重要である。

例）畳み込み符号は2倍になる

新Hixシステム開発の経緯

新Hix開発の経緯と開発コンセプト等について説明する。

【デジタル簡易無線活用の経緯】

広く一般に利用されていたアナログ簡易無線が、平成20年8月にデジタル化され伝送効率が上がってデータ通信への道が開けた。

【公的委員会への参画】

平成21年度に総務省・北陸総合通信局で「デジタル簡易無線のデータ伝送における周波数の有効利用に資する為の調査検討会」を立ち上げ、学識経験者、ユーザー、メーカー等により、同無線を利用した画像を含むデータ伝送の実証実験が実施された。当社はHixシステムを使用した画像伝送実験に参画し好結果を得た。

【新Hixの開発について】

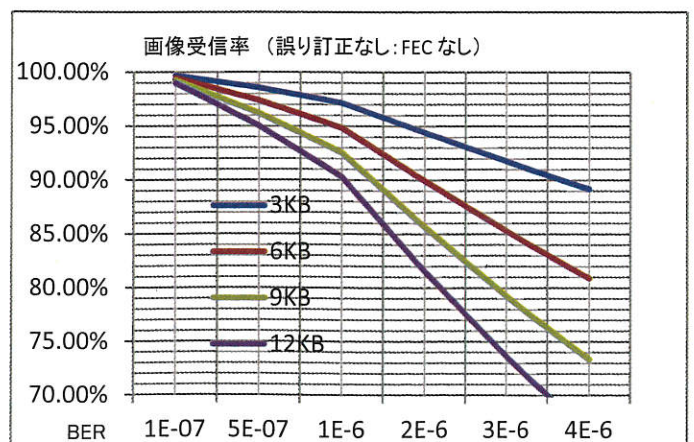
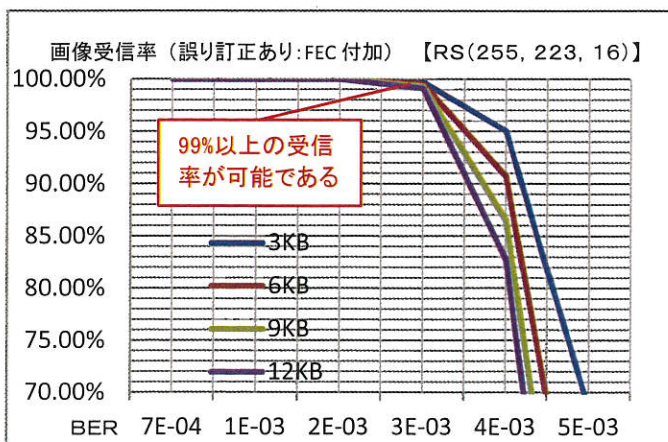
上記成果を踏まえ、平成23年度からコストダウンした新型Hixの開発に着手した。引き続き、平成24年度にデジタル簡易無線ユーザー向けに、トータルコストの軽減と専門知識を必要とせず、システム構築が出来るよう標準型GUIを開発し、ワンストップ型パッケージ製品として、平成24年11月に完成した。

●開発のコンセプト

開発に当たってのコンセプトは下記のとおりである。

- ①安価なデジタル簡易無線を利用しているユーザーにフィッ

■誤り訂正符号の効果：伝送実証実験結果



トするコストを達成する

- ②画像伝送システム構築に専門知識を必要とせず設置可能な、パッケージ化製品とする
- ③防災市場で利用の従来機器に準ずる耐久性を継承すること
- ④小型、省電力であること、保守性が高いこと
- ⑤アプリケーション毎に都度開発し開発費が高んでいた、GUIについて標準化を行う

●開発の内容

【標準 Hix 画像 GUI システム】

従来はシステム毎に、カスタマイズ型の GUI を都度開発していたが、標準化することにより、システム価格の低減を行った。機能については、従来品の開発ノウハウを活かし、通常の運用に十分に対応出来る機能を具備したシステムとした。

【GUI 用 CPU の OS の選定】

GUI に使用する CPU は、最も汎用的で使用実績が多く、保守性が高い、Windows7 又は、

Windows Server2012 を採用した。

【トータルソリューション対応】

画像情報はデータ量が大きく、通常データ伝送も出来る隙間が十分余裕があるので、通常データ伝送も可能とする。

多様な水文データ等の伝送に柔軟的に対応出来るよう、各種類のセンサー等へのインターフェースを持たせる。

可能な限り一般市場の汎用技術製品を利用することとし、コスト低減と保守性を向上させる。

●標準型 GUI 開発コンセプト

GUI はシステムの全ての統制・制御・表示・保存等を行うシステムのメインソフトである。アプリケーション毎に専用のシステムとし作成する事が多いが、開発費が高む問題がある。

この為、数多くの納入実績でのノウハウを生かし、通常の運用に必要な全機能を盛り込んだ標準型 GUI を開発し、システム全体をパッケージ化、大幅なコスト低減

に成功した。

●標準型 GUI の機能について

【監視対象の収納容量】

子局、又は、監視カメラ 10 台を収納可能（追加も可能）。

【遠隔制御項目】

- 子局への制御は下記の通り。
 - ・画像伝送要求機能（定時自動 / 随時手動 / 連続）
 - ・定時監視の時刻設定（10 分～24 時間を 8 段階設定）
 - ・子局画像圧縮度の遠隔設定（1.5KB～18KB を 7 段階設定）
 - ・監視表示画面の操作（子局毎の拡大画像とサムネイル表示）
 - ・画面サイズの切換

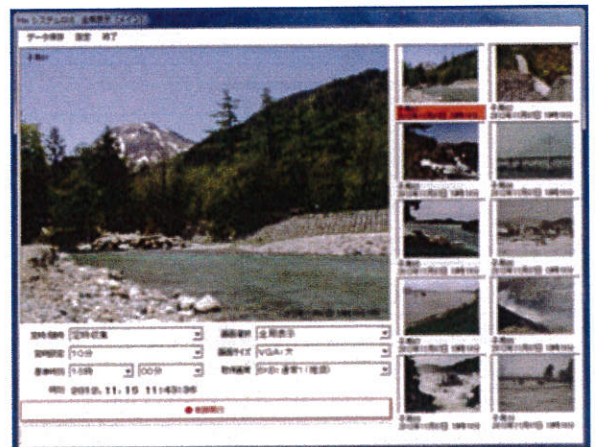
【その他の機能】

- ・伝送符号のデコード
- ・取得画像は各局 1000 枚保存
- ・取得画像へのコメント記入
- ・受信状態の進行確認モニタ
- ・各制御の実行指令
- ・観測基準時間の設定

■ Hix-003 本体 (Hix-002 比較)

機能等	改良点	効果等
コアデバイスの変更	高性能新 CPU 搭載 (従来は DSP 搭載)	①発熱量の低減 ②処理速度の改善
互換性の実現	従来製品との互換性を 実現した	①増設対応 ②故障交換可能
筐体	熱放射対策見直し (操作性は従来通り)	①コスト低減 ②大幅軽量化
インターフェース	シリアルポート 3 個 (他は従来機器に同じ)	①データ通信可能 ②カメラ制御可能
形状、消費電力 (軽量・省電力)	本体寸法：W=115 H=35 D=137(単位：mm) 動作電力：3.2VA 以下 待機電力：2.0VA 以下	

■標準型 GUI の画面サンプル



【オプション機能】

- ・監視カメラの遠隔操作
(PTZ 制御、照明制御等)
- ・外部機関への転送機能
(インターネット環境)

●応用アプリへの拡張対応

応用アプリケーション拡大は、Hix への新型 CPU の採用で、従来の DSP では性能の制約により具現化が困難だった他のアプリケーション対応が可能になった。

対象の新しいアプリケーションは下記の通りである

- ①水位・流量等のデータ収集と処理・グラフィック表示
- ②雨量・気温・風向風速等の気

象データの収集と処理表示

- ③機側盤等の各計測データの伝送と表示
- ④インターネット環境の広がりにより、事務所以外の出先等からの、データ等の閲覧の要求が高くなった。データ閲覧機能(タブレット等)を構築可能とする
- ⑤アラート情報等の処理と通知
 - ・当面オプション機能として対応するが、可能な限り標準化を行いコストの大幅低減に務める

*但し、デジタル簡易無線は単一无線回線であることから、遠隔制御機能には制約もある

当該技術の施工例の紹介

当該技術を導入した施工例について紹介する。

●伊達西根堰土地改良区

藤倉ダム遠方監視

【遠方監視システム導入の経緯】

福島県桑折町の伊達西根堰土地改良区では、昭和 41 年造成された利水ダム「藤倉ダム」を有しているが、立地場所が電話回線も無く、携帯電話も通信圏外の為、ダムの適正管理に支障をきたしておられた。

特に冬期は道路積雪により、車両も通行不能になり安全確保に苦慮されていた。また灌漑期はダム



の状態監視・管理に、管理者が都度出向くことが必要で、少ない人員で運営していることから効率的にも厳しい状況であった。

簡易無線がデジタル化され、画像と音声の伝送が可能な事が判明したことで、電波伝播調査の結果、同無線を利用し監視システムの構築を行う事が可能となり実施された。

【導入に際しての問題と対策】

- ・電波伝播上の問題：電波路が山で遮蔽されていたため、高利得アンテナの採用とアンテナの設置場所の選定等の対策を行いクリアした
- ・カメラと伝送機器間が100m程度となったため、ケーブル補償器や耐雷対策を行った
- ・カメラを4式設置したが、映像切換器を採用し、1台の伝送装

置で対応したことで大幅なコスト低減ができた

【導入後の効果と課題】

- ・ダム管理に必要な画像が遠方監視で取得出来た
- ・カメラに照明が無いため、夜間の画像取得が出来ない
- ・音声通話ができ、ダム作業者と連絡が可能となった

●藤倉ダム遠方監視概要

現在の運用状況：圧縮度 9KB ~ 18KB の高画質で、3時間毎に画像を収集している



機器構成表

設置場所	設置機器	台数	設置場所	設置機器	台数
土地改良区	GUI装置	1式	藤倉ダム	Hix装置	1式
	簡易無線機	1式		簡易無線機	1式
	アンテナ(ケーブル付)	1式		アンテナ(ケーブル付)	1式
	収納ラック	1式		カメラ(補償器付)	4式
				映像切換器	1式
				収納ラック	1式

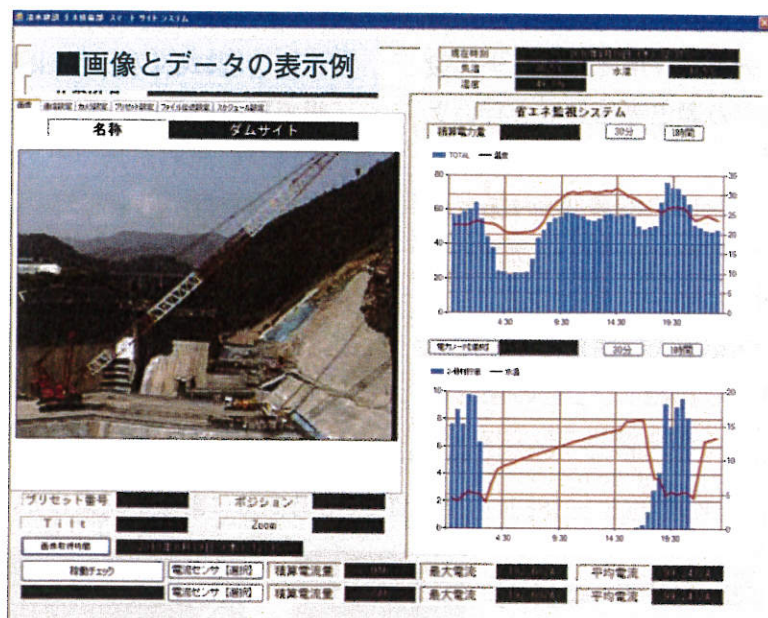
●画像監視とデータ伝送（画像と省エネ監視）

左に画像とデータ監視のGUIの一例を示す。デジタル簡易無線を使用して、ダム建設中における、現場監視と使用電力の監視を行った例である。

【機能の紹介】

- ・画像監視
建設事務所から現場事務所へ設置した監視カメラで、作業現場を監視。カメラは、PTZ（パンチルト・ズーム）制御可能
- ・省エネ監視
電力を使用する機側盤からの消費電力を集め、GUIでグラフィック表示を行った。

【移動車の無線回線】



●ユーザーからのコメント

伊達西根堰土地改良区 事務局長 石川 博利



藤倉ダムの遠方監視施設の導入により、ダムの状況把握と通話が可能となり、適切で安全な管理環境が確保され、期待どおり初期の目的が十分に達成された。

運用の結果、課題として予想していたが監視カメラに照明施設が無く夜間の監視が出来ない不便を感じている。更に無線通話が可能になり、ダムでの作業員への業務連絡や安全管理に極めて有効になったが、土地改良区からの音声伝達が広い構内での作業員に聞こえない課題もでたため、拡声装置への接続対応等を検討中である。

今後の改善点として、更なるダム管理の充実を図るために、ダム水位等の観測機器や地震計等のデータを、画像データ伝送の無線回線を使用し送ることも可能であることから、実現に向けて検討しているところである。

更に、夜間対応や緊急時対応について、外出中等の場合が多い事から土地改良区以外の場所でもタブレット端末等による、常時閲覧可能な環境整備を是非図りたい。

今回はダムの安全管理を図るために、電話等の通信圏外地域の対策としてデジタル簡易無線回線を導入したが、土地改良区では多くの施設を管理しており、業務効率化のため遠方監視の整備の必要性は極めて高い。

しかし、整備には多額なインシャルコストと整備後の運用・維持費がかかり導入の障害になっている事もある。

新しいICT技術の開発が進み運用・維持費が安いシステムの開発も進んでいるが、現場ではこの技術の知識や有効性について専門知識に接する機会が少ないことから、情報提供が得られるようARICに期待したい。

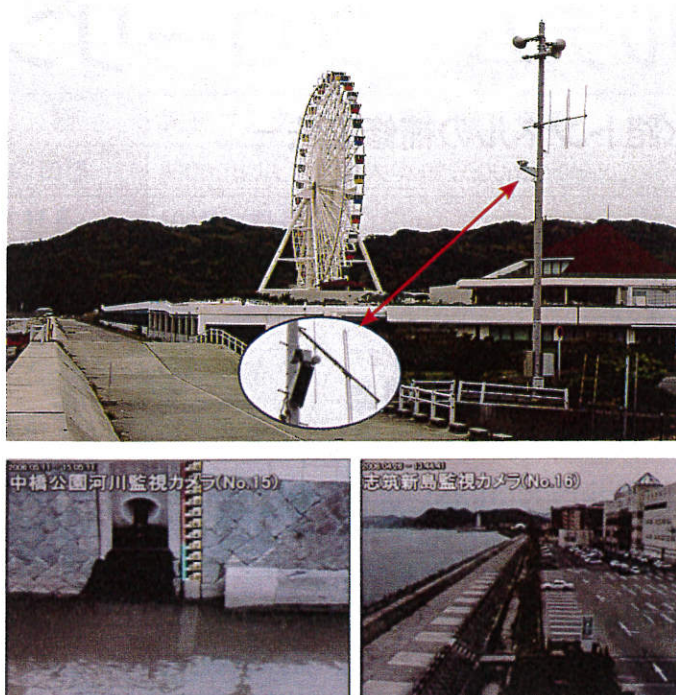
- ・現場の車に、デジタル簡易無線を設置し、事務所と車両間で、デジタルカメラの画像伝送と無線電話通信を行った。

【無線伝送区間】

- ・建設事務所と現場事務所間は約3kmであった。

●防災行政無線での実例

市町村で導入されている「防災行政無線」での設置例である。屋外に設置された広報用のスピーカ柱にカメラを設置し現場状況を市役所等へ伝送するシステム。最も納入実績が多く、全国に数十システムが稼働中である（右写真は淡路市の例）。



■取得画像の写真画像

無線伝送回線について

【デジタル簡易無線】

無線従事者の資格が不要で、誰でも運用できる無線局である。使用電波が通達距離の長い150MHz帯と400MHz帯であり、電波の出力も5wと大きく、電波の通達距離が長い特徴がある。

また、通信回線料が不要である（電波使用料が500円/年必要）。汎用的に数多く使用されていることから機器コストも安い。

【920MHz 特定小電力無線】

平成24年度に大きく制度改革がなされ、今後スマートグリッド等で膨大なマーケットになる見込みである。

無線局開局の申請・免許・通信料共に不要であり、更に大幅なコスト低下が期待できる。

しかし、無線機の電力が小さく（20mw）通達距離は短い。

【MVNO 回線】

携帯電話の回線を借り、再販する会社のサービス。携帯電話のサービスエリア内なら実用可能であり、費用も安価で急速に拡大している。

おわりに

ICTの進歩は急速であり、クラウドシステム等の新しい技術が開発され、更に通信回線もM2Mの普及等から、920MHz帯*7電波の開放や、携帯電話回線利用のMVNO*8サービス等、多彩な技術、サービスが開発されている。この発展により、関連機器のコストも低下しており、運用コストも大幅に低下している。

当社は、いち早くこの技術を採用したシステム開発に着手、更に導入が容易で、廉価なシステムを開発し提供すべく努力している。

ただ、ICT技術の進歩が早い事

もあり、ユーザーへの情報提供や理解を得る事が困難である事も事実である

今回のARIC情報誌への紹介がお役に立てれば幸いです。

引用文献

- 1) デジタル簡易無線のデータ伝送における周波数の有効利用に資する為の調査検討会「調査報告書」P35-39（総務省・北陸総合通信局）

■お問い合わせ先

(株) 情報システム総合研究所
〒171-0022
東京都豊島区南池袋 2-29-12
メトロシティ南池袋ビル 5F
電話 03-5992-4053
FAX 03-5992-5357
URL <http://www.isri-inc.com>



ARIC情報 第113号 平成26年3月発行

編集／発行：

一般社団法人農業農村整備情報総合センター

〒103-0006 東京都中央区日本橋富沢町10番16号

TEL.03-5695-7170

印刷所：共立速記印刷株式会社

ISSN 1340-7813