

平成 22 年度畜産新技術実用化対策推進事業における

電子標識装着の実証に係る報告書

(グループ 担当：富士通株式会社)

平成 23 年 3 月

社団法人家畜改良事業団

目 次

1．実証実験の目的および方針	1
1.1 目的	1
1.2 方針	1
2．実証実験の方法について	2
2.1 実証実験の概要	2
2.2 ミルキング・パーラー（搾乳施設）での試験	3
2.3 放し飼い牛舎（フリーストール）での試験	7
2.4 ハンディターミナルの試験	12
2.5 電子標識等の改善	14
3．実証結果	19
3.1 ミルキング・パーラー（搾乳施設）での結果	19
3.2 放し飼い牛舎（フリーストール）での結果	20
3.3 ハンディターミナルの結果	24
4．考察	25
4.1 計画との比較	25
4.2 実証実験における考察	26
4.2 電子標識の有効活用に向けた今後の改善点	27
添付資料	
1．実証実験機器	31
2．実証実験用電子標識	33

（別紙）

平成22年度畜産新技術実用化対策事業推進における電子標識装着の実証
（パーラ読取結果）

1. 実証実験の目的および方針

1.1 目的

牛個体識別システムと電子標識(電子タグ)を結びつける新たな仕組みを構築することで、牛個体識別、牛群管理の自動化、省力化、効率化を図るモデルを構築する。

1.2 方針

生産農家、酪農家において牛へ電子標識を装着し、電子標識を読み取るための据置型リーダー(アンテナ)装置及びハンディターミナル装置の設置を行う。当該機器による牛の個体識別が自動的・省力的に実現する仕組みの検証を行う。電子標識として、本事業では、UHF(Ultrahigh frequency)帯のRFID(Radio frequency identification)タグを用いる。

電子標識および読取りソフトウェアを変更し、読取精度向上の改善を行う。また、牛への電子標識の装着方法による読取状況の確認、読取不良や脱落等の確認、省力化に向けての課題整理を行う。

2 実証実験の方法について

2.1 実証実験の概要

(1) 実施場所

熊本県熊本市小山 A 牧場（酪農家）

(2) 実証期間と主な作業内容

平成22年10月6日～平成23年1月27日	: 事前調査、新規電子標識作成
平成23年1月28日	: 電子標識取り付け、現地調整
平成23年1月29日～平成23年1月31日	: 試行用データ採取
平成23年2月1日～平成22年2月14日	: 実証測定およびデータ採取

(3) 実証内容

1) 電子標識の装着頭数 70頭

2) 実証内容

改良版の電子標識を装着し、ミルクパラーおよび給餌場に据置型リーダ（アンテナ）装置を使用し電子標識の読取試験を行い、読取精度の検証を実施する。
また、フリーストール牛舎（放し飼い牛舎）の前方からハンディターミナル装置による電子標識の読取精度の検証を実施する。

2.2 ミルキング・パーラー（搾乳施設）での試験

ミルキング・パーラーの試験は、アンテナを追加して今年度作成した改良版電子標識を使用し、平成23年2月1日～平成23年2月14日の期間で読取り試験を実施した。

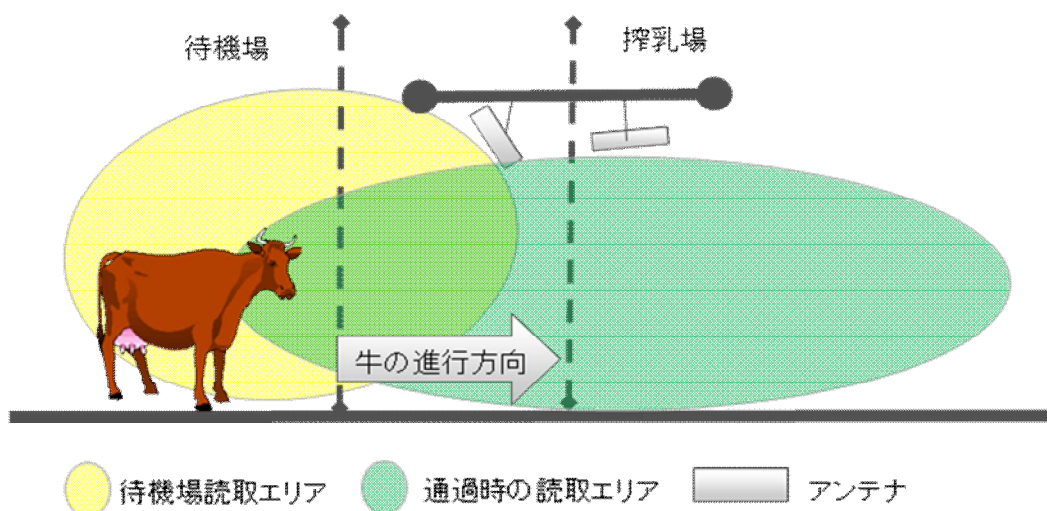
昨年度までの実証結果を踏まえ、電子標識の改良による読取精度の検証と読取ソフトの改良による搾乳待ち牛の電子標識の読取防止対策の検証を実施した。

電子標識の改良による読取精度の検証については、昨年度と同様にアンテナを2枚使用して、最適なアンテナの設置、電波出力レベルの調整を実施した。また、読取ソフト改良による試行については、アンテナを4枚使用して、待機場所で読取った電子標識をフィルタリングする仕組みを検証した。

読取ソフトの方式は、搾乳場所の各ゲートに待機場の電子標識を読取るアンテナ(図の)とゲートを通じた時に読取るアンテナ(図の)を設置し、 , のアンテナで読取した時間の間隔で読取情報をフィルタリングする方式とした。

<処理方式>

- ・ で読取中の場合は、ゲートは通過してないと判定する。
- ・ で読取した場合は、 で最後に読取した時間をチェックし と の時間差が設定値を超えた場合は、通過したと判定する。
- ・ のみで読取した場合は、通過したと判定する。



ミルクキング・パーラーでのアンテナのタグ検知範囲の想定を図 2 - 2 - 1 に示す。

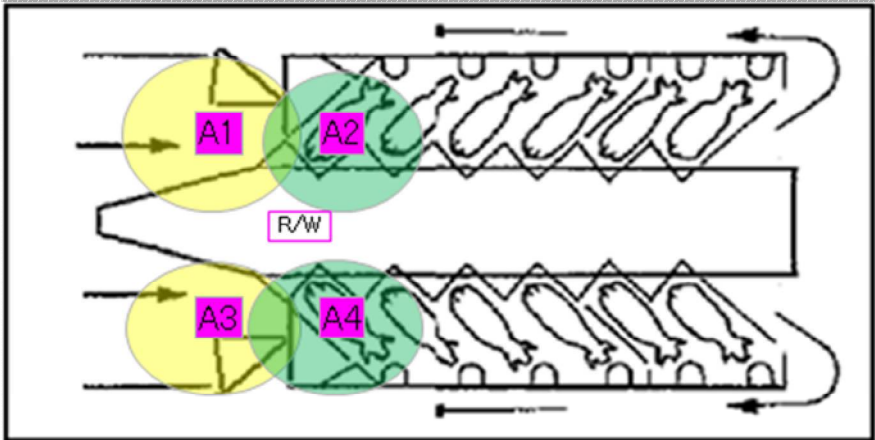


図 2 - 2 - 1 アンテナの読取エリアの想定

ミルクキング・パーラーの構成を図 2 - 2 - 2 に、アンテナの取付状況を図 2 - 2 - 3、2 - 2 - 4 に示す。

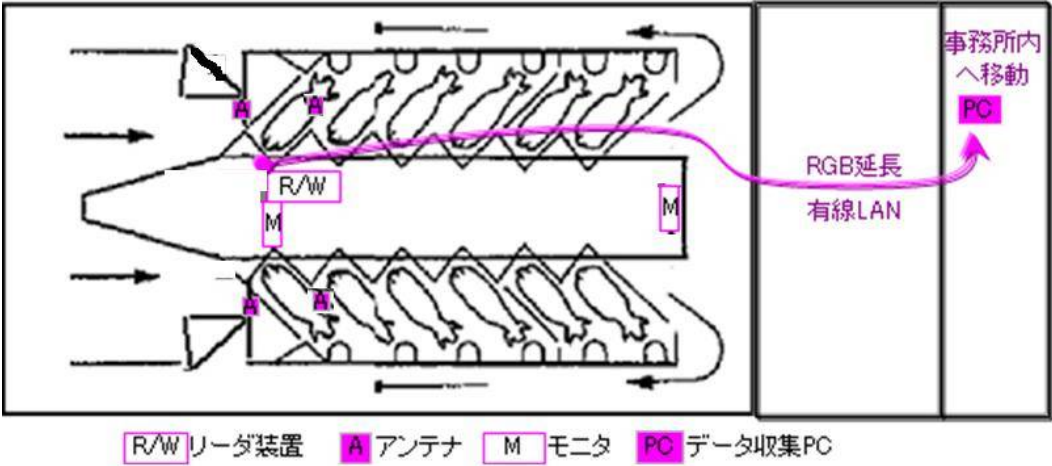


図 2 - 2 - 2 ミルクキング・パーラーの構成



図 2 - 2 - 3 アンテナの取付状況（進行方向正面）
図左：左側レーンの写真 図右：右側レーンの写真

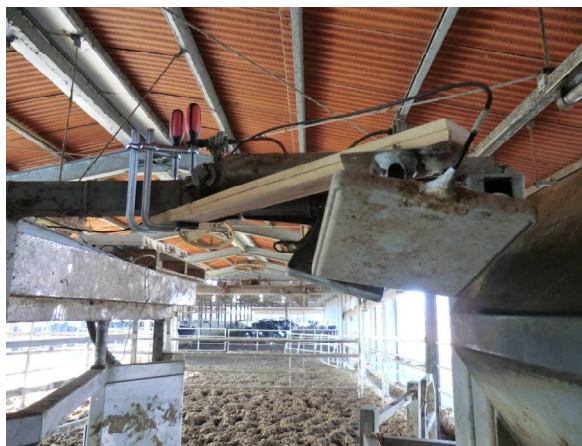


図 2 - 2 - 4 アンテナの取付状況（進行方向逆側）
図左：右側レーンの写真 図右：左側レーンの写真

読取結果表示画面を図2 - 2 - 5に示す。読取結果表示画面は、表示形式を3パターン準備し、注意牛のデータがある場合は、その情報をメッセージとして表示するようにした。

また、画面への読取結果の表示は、昨年度は電子標識を最後に読取したアンテナのレーンに表示していたが、通過確定時のレーンに時刻順で表示するように変更した。

電子標識個体識別システム							
0068:発病:乳房炎				006D:疾病:鼻炎・感染性			
左レーン				右レーン			
				1月21日 11:07:30			
管理№	RFID 個体識別番号	ANT 回数	時刻	管理№	RFID 個体識別番号	ANT 回数	時刻
006C	0000006C	4	11:07:04	0066	00000066	4	11:07:04
	6C00000222	4			6600000222	5	
006D	鼻炎		11:07:04	0067	00000067	4	11:07:04
				6700000222	5		
007B	0000007B	4	11:07:04	0068	乳房炎		11:07:04
	7B00000222	4			6800000222	4	
007E	0000007E	4	11:07:04	006B	0000006B	4	11:07:04
	7E00000222	6			6B00000222	4	

図2 - 2 - 5 読取結果画面



図2 - 2 - 6 パーラー内読取結果画面 (3パターン)

2.3 放し飼い牛舎（フリーストール）での試験

フリーストールの試験は、昨年度と同様にアンテナ枚数4枚、アンテナ設置間隔 200cm 読取範囲 約 900cm の環境に、定点監視カメラを設置して、今年度作成の改良版電子標識を使用し、平成 23 年 2 月 1 日～平成 23 年 2 月 14 日の期間で読取り試験を実施した。定点監視カメラは、24 時間自動運転とし、1 分間隔で状況を撮影した。夜間はフリーストール内の蛍光灯を点灯し撮影した。また、読取結果を分析するツールを作成し、給餌場での滞在時間を 1 分間隔で取得した定点監視カメラの画像とあわせて検証した。

フリーストール内の設置場所、構成を図 2 - 3 - 1、図 2 - 3 - 2、装置の取付状況を図 2 - 3 - 3、図 2 - 3 - 4 に示す。

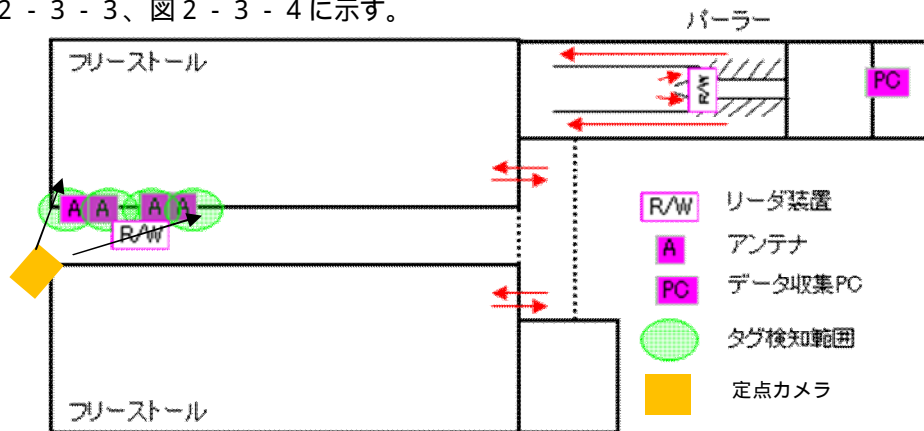


図 2 - 3 - 1 フリーストール内の設置場所

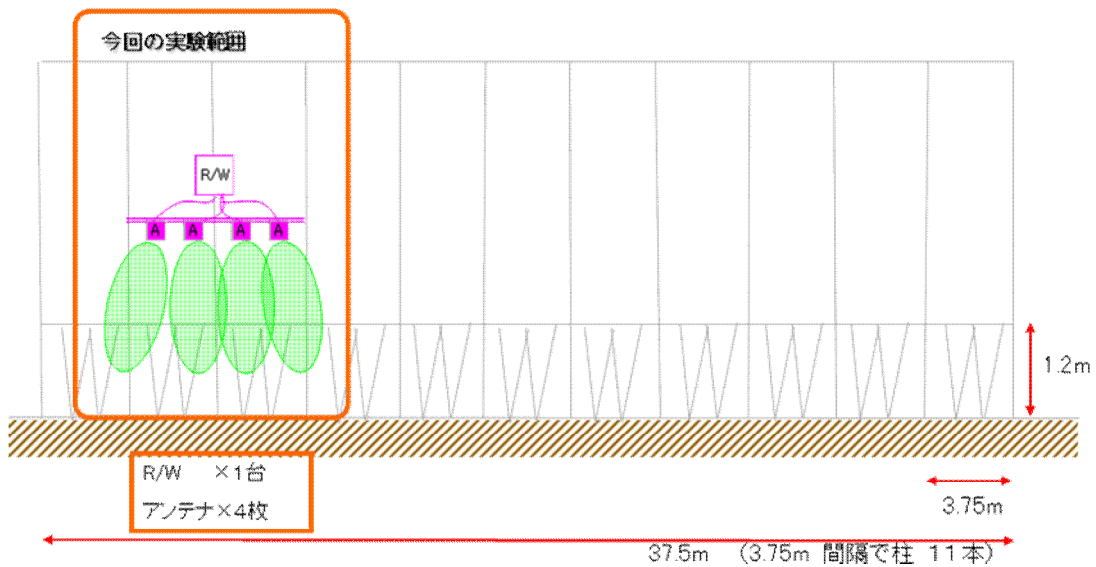


図 2 - 3 - 2 フリーストール内の実験範囲



アンテナ番号左から1、3、4、2



図 2 - 3 - 3 フリーストール内の装置取付状況



図 2 - 3 - 4 フリーストール内の定点カメラ取付状況



図 2 - 3 - 5 定点カメラの撮影写真 (2012 年 2 月 3 日 11:00)

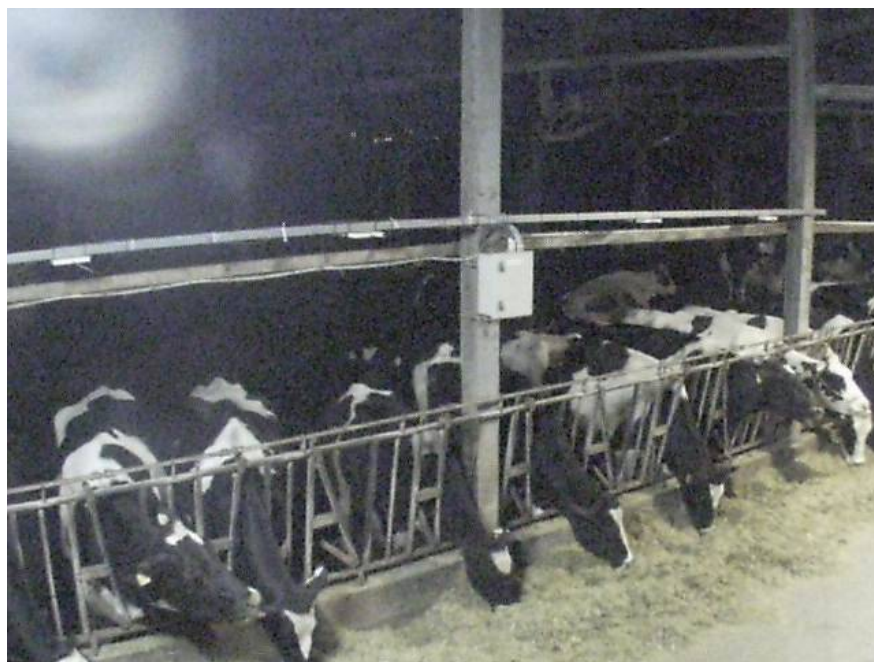


図 2 - 3 - 6 定点カメラの撮影写真 (2012 年 2 月 3 日 22:00)



図 2 - 3 - 7 アンテナの読取範囲

分析ツールは、読取結果を電子標識、アンテナ毎に集約する仕組みで、集約する時間間隔をパラメータで設定可能とした。

電子標識個体識別システム

ログ取り込み 開始日付 2011/02/07 アンテナID [] 検索 条件クリア
 開始時刻 [] ~ [] 個体識別番号 [] 内部管理番号 [] ファイル出力 終了

種類区分	読み取り回数	端末ID	読取区分	読取アンテナID	タグID	個体識別番号	内部管理番号	開始日時	終了日時	継続分	継続秒	読取回数	集計日時
2	112	0002	2	4	000000000000208300000228	.....	0644	2011/02/07 09:53:23	2011/02/07 09:53:23	0.0	0	1	2011/02/11 17:40:3
2	112	0002	2	3	000000000000208300000228	.....	0252	2011/02/07 09:53:34	2011/02/07 09:56:24	2.9	170	10	2011/02/11 17:40:3
2	112	0002	2	2	000000000000210900000228	.....	0873	2011/02/07 09:53:38	2011/02/07 09:59:17	5.7	339	28	2011/02/11 17:40:3
2	112	0002	2	4	000000000000206500000228	.....	0479	2011/02/07 09:54:15	2011/02/07 09:54:15	0.0	0	1	2011/02/11 17:40:3
2	112	0002	2	2	000000000000206300000228	.....	0252	2011/02/07 09:54:47	2011/02/07 09:54:54	0.2	7	2	2011/02/11 17:40:3
2	112	0002	2	3	000000000000211400000228	.....	3343	2011/02/07 09:54:56	2011/02/07 09:54:56	0.0	0	1	2011/02/11 17:40:3
2	112	0002	2	4	000000000000206300000228	.....	0252	2011/02/07 09:55:04	2011/02/07 09:56:25	1.4	81	10	2011/02/11 17:40:3
2	112	0002	2	2	000000000000208300000228	.....	0644	2011/02/07 09:55:55	2011/02/07 10:10:03	14.2	848	54	2011/02/11 17:40:3
2	112	0002	2	4	000000000000209300000228	.....	8173	2011/02/07 09:57:33	2011/02/07 10:08:48	11.3	675	108	2011/02/11 17:40:3
2	112	0002	2	1	000000000000210900000228	.....	0873	2011/02/07 09:58:34	2011/02/07 09:58:34	0.0	0	1	2011/02/11 17:40:3
2	112	0002	2	1	000000000000208300000228	.....	0644	2011/02/07 10:01:36	2011/02/07 10:05:48	4.2	252	6	2011/02/11 17:40:3
2	112	0002	2	3	000000000000210000000228	.....	0314	2011/02/07 10:07:49	2011/02/07 10:07:49	0.0	0	1	2011/02/11 17:40:3
2	112	0002	2	1	000000000000208100000228	.....	9447	2011/02/07 10:09:50	2011/02/07 10:11:24	1.6	94	3	2011/02/11 17:40:3
2	112	0002	2	4	000000000000208300000228	.....	0644	2011/02/07 10:15:37	2011/02/07 10:15:37	0.0	0	1	2011/02/11 17:40:3
2	112	0002	2	2	000000000000212000000228	.....	8175	2011/02/07 10:19:18	2011/02/07 10:19:18	0.0	0	1	2011/02/11 17:40:3
2	112	0002	2	3	000000000000212000000228	.....	8175	2011/02/07 10:21:12	2011/02/07 10:21:12	0.0	0	1	2011/02/11 17:40:3
2	112	0002	2	4	000000000000212000000228	.....	8175	2011/02/07 10:21:20	2011/02/07 10:21:20	0.0	0	1	2011/02/11 17:40:3
2	112	0002	2	2	000000000000209000000228	.....	8174	2011/02/07 10:23:54	2011/02/07 10:33:44	9.9	590	56	2011/02/11 17:40:3
2	112	0002	2	4	000000000000209000000228	.....	8174	2011/02/07 10:24:48	2011/02/07 10:26:16	1.5	88	2	2011/02/11 17:40:3
2	112	0002	2	3	000000000000208300000228	.....	0644	2011/02/07 10:53:27	2011/02/07 10:53:33	0.1	6	2	2011/02/11 17:40:3
2	112	0002	2	4	000000000000208300000228	.....	0644	2011/02/07 10:53:28	2011/02/07 10:54:22	0.9	54	8	2011/02/11 17:40:3
2	112	0002	2	2	000000000000208300000228	.....	0644	2011/02/07 10:54:26	2011/02/07 10:54:41	0.3	15	2	2011/02/11 17:40:3
2	112	0002	2	2	000000000000206300000228	.....	0252	2011/02/07 10:57:26	2011/02/07 10:57:26	0.0	0	1	2011/02/11 17:40:3
2	112	0002	2	1	000000000000208100000228	.....	9447	2011/02/07 10:59:46	2011/02/07 10:59:53	0.2	7	2	2011/02/11 17:40:3

図 2 - 3 - 8 分析ツール画面

2.4 ハンディターミナルの試験

今年実証実験ではハンディターミナル内蔵のリーダライタでも確実にリードができることを目標とした。

実証実験で使用予定のIC タグで事前に通信距離測定を行ったが、その際に牛の耳への装着状態を想定して、手で覆い隠した状態での測定を試みた。



図2-4-1 今年度実証用ICタグ及び通信距離測定時の状態

ハンディターミナルでの最大出力における通信距離は、サンプル5個において、以下の通りであり、手の干渉による悪い条件においても、1m以上の通信距離を得られることがわかった。

	No.1 (2001)	No.2 (2002)	No.3 (2003)	No.4 (2004)	No.5 (2005)
電波暗室での 通信距離	100	110	110	100	120

[単位：cm]

[使用機器：当社ハンディターミナル]



図2-4-2 ハンディターミナルによる通信距離測定結果とICタグ写真

また実環境での事前検証を行い、牛へ装着した状態において通信距離測定を行った。



図 2 - 4 - 3 事前検証における装着の状態

牛 5 頭への装着後にハンディターミナルによる通信距離測定では、80～100cm であった。牛の動きによって 80cm 以下になる場合があるものの、ほぼ目標とする通信距離を得ることができた。

実証場所でのハンディターミナルの試験は、フィルタリング機能を使用して今年度作成の改良版電子標識を使用し、平成 23 年 2 月 4 日に読取り試験を実施した。ハンディターミナルの読取試験の状況を図 2 - 4 - 3 に示す。

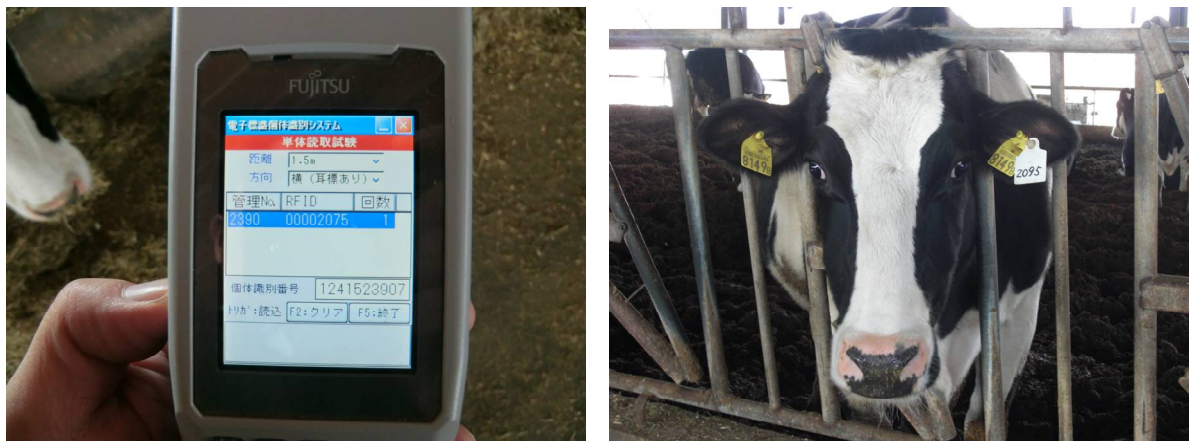


図 2 - 4 - 3 ハンディターミナル読取試験の状況（前方からの読取）

2.5 電子標識等の改善

2.5.1 昨年度実証における IC タグの状況と反省

- (1) 既存耳標の接合部を使用した為、耳標の脱落は発生しなかった。
- (2) 耳標外装とインレットとの接合が十分でなかった。また軽量化を重視し、耐環境性と軽量化を兼ねるゴム系素材を使用したが高さ(つまり剛性)が十分でなく、パイプ柵との擦れの繰り返しにより、インレットが耳標外装と剥離した。
- (3) タグの性能向上、高感度化の為に、最新チップを採用したが、自社インレットの開発が間に合わず、他社インレットを利用した。しかし銅箔アンテナの為に、繰り返しの折り曲げに弱く、長期に渡る使用ではアンテナ断線が発生した。

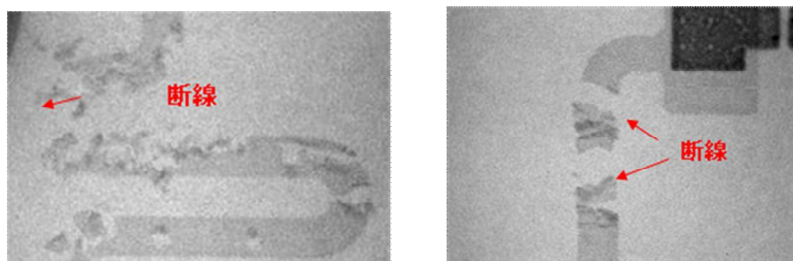


図 2 - 5 - 1 アンテナ破断部の X 線写真

- (4) インレット封入部の溶着接合が弱く、水分(尿等の化学物質)が侵入し、インレットの剥離を加速させた。(簡易金型の精度に問題あり)

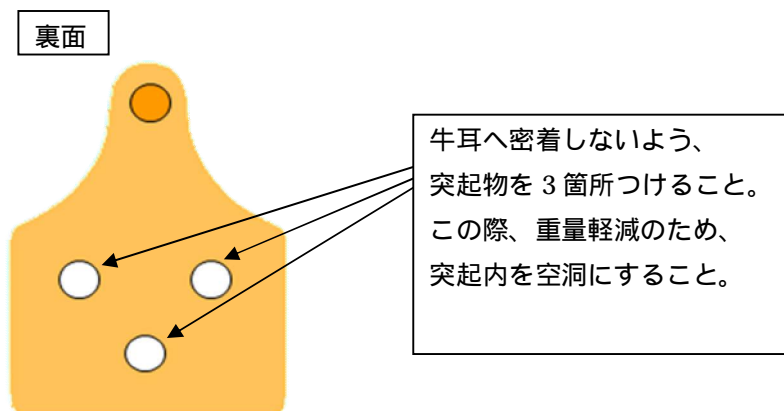
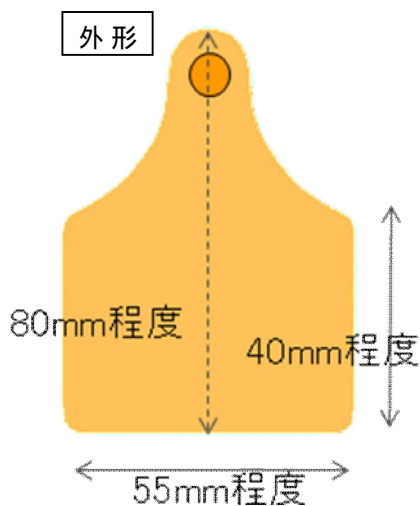
2.5.2 今年度 IC タグの考え方

耳標外装とインレットは一体化と考え全て自社で製造することとした。

- (1) 外装の材質(比誘電率)により、共振周波数が大きく変化して通信距離に大きく影響する為、材質に合わせてチューニングしたインレットの設計を行う。
- (2) インレットの剥離を防止する為、外装の製造時にインレットを埋め込み、積層・溶着接合させる。
- (3) 量産を意識し、製造歩留りの向上を図る。
同一ラインでの一体製造による工程/工数の削減
チップへのダメージの低減による不良率の低減

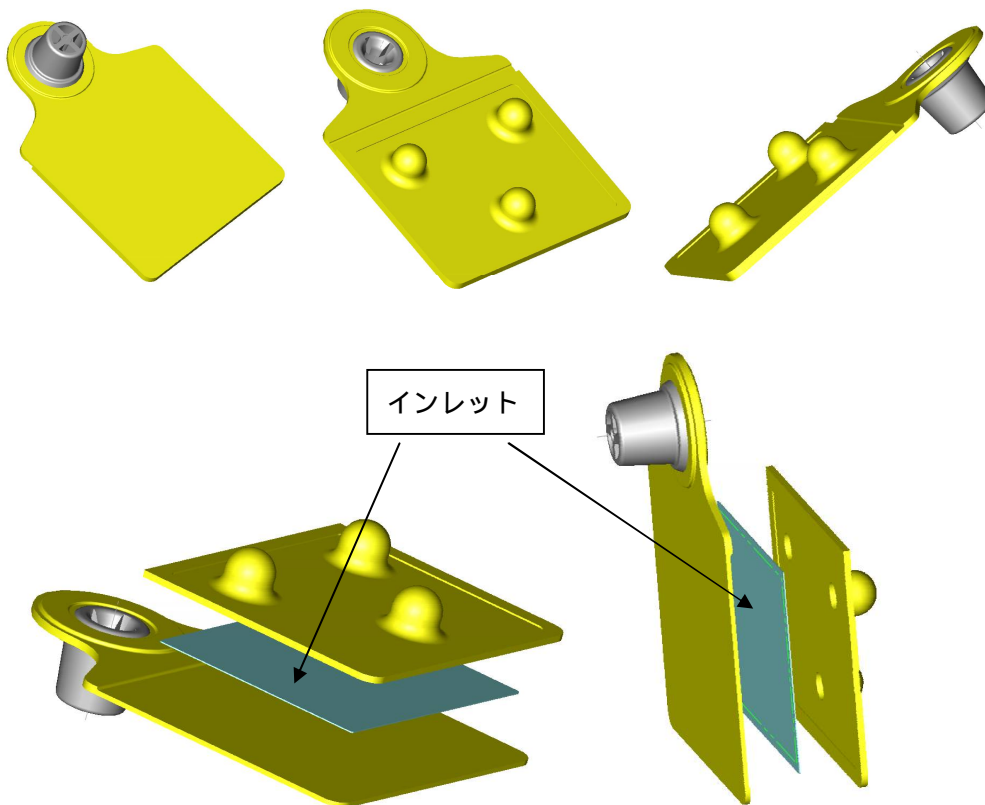
2.5.3 目標仕様

項目		仕様
用途		牛耳標型 IC タグにより遠距離から牛の個体識別を行う
搭載チップ		最新チップの採用 ユーザメモリは不要
周波数		日本帯域
通信距離		当社据置 RW において 3m 以上(円偏波アンテナ使用時) 当社ハンディ RW(高出力)において 1.5m 以上
動作環境	温度	動作時 -20 ~ +40
	湿度	動作時 10 ~ 95% R.H. (結露なきこと)
タグ ID		指定 ID の書き込み、及び指定パスワードによるロック
表面		レーザ刻印可能であること
サイズ		一般的な耳標形状とし、横幅は 55mm 以下
重量		雄雌 1 セットで 20g 以下
色		3 色(緑、白、オレンジ)は選択できること。今回は白。

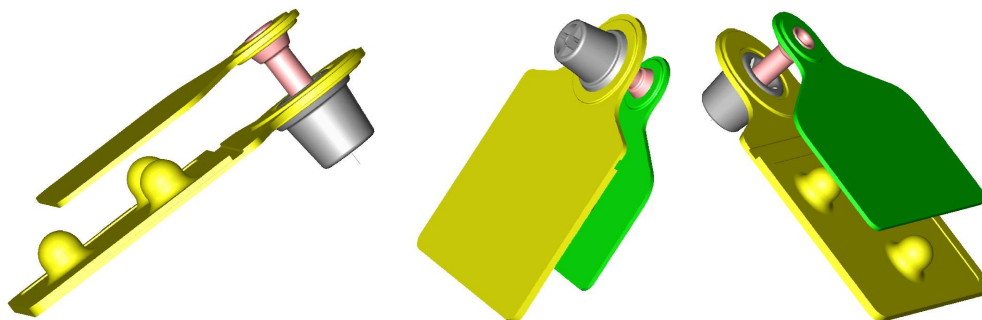


2.5.4 イメージ及び内部状態

メス側



オス・メス結合時



2.5.5 アンテナ形状選定

想定される IC タグの環境（タグチップ、タグ素材、牛耳位置等）からシミュレーションにより 10 パターンを選定した。これらを製造して IC タグとして仮組し、通信距離の測定を行った。

測定は電波暗室内にてエア上での通常測定と牛耳を考慮し手に当てた状態とで行い、最小応答電力値による通信距離を導いた。

下表の通り、パターン K を選定した。

タグの状態 測定チャンネル	エア			手に当てる		
	7ch	11ch	15ch	7ch	11ch	15ch
パターン A	116	123	116	116	123	123
パターン B	131	131	131	116	116	116
パターン C	147	147	147	147	147	147
パターン D	155	164	155	131	131	131
パターン E	174	185	174	155	155	155
パターン F	219	219	219	155	155	155
パターン G	232	246	232	185	195	185
パターン H	310	310	310	185	195	185
パターン J	438	463	438	207	219	207
パターン K	491	491	491	261	261	261

[単位：cm]

[使用機器：当社リーダーライタ]

表 2 - 5 - 5 アンテナ形状の各パターン測定結果

2.5.6 抜去力検証

耳標のオス・メス勘合における抜去力について、既存耳標と当社作成品とで測定を行った。測定方法及び結果は以下の通り。

- ・下図のパターンにて、それぞれ引っ張り強度（破壊強度）を測定する
- ・引張速度：100mm/min
- ・測定器：当社社内測定器

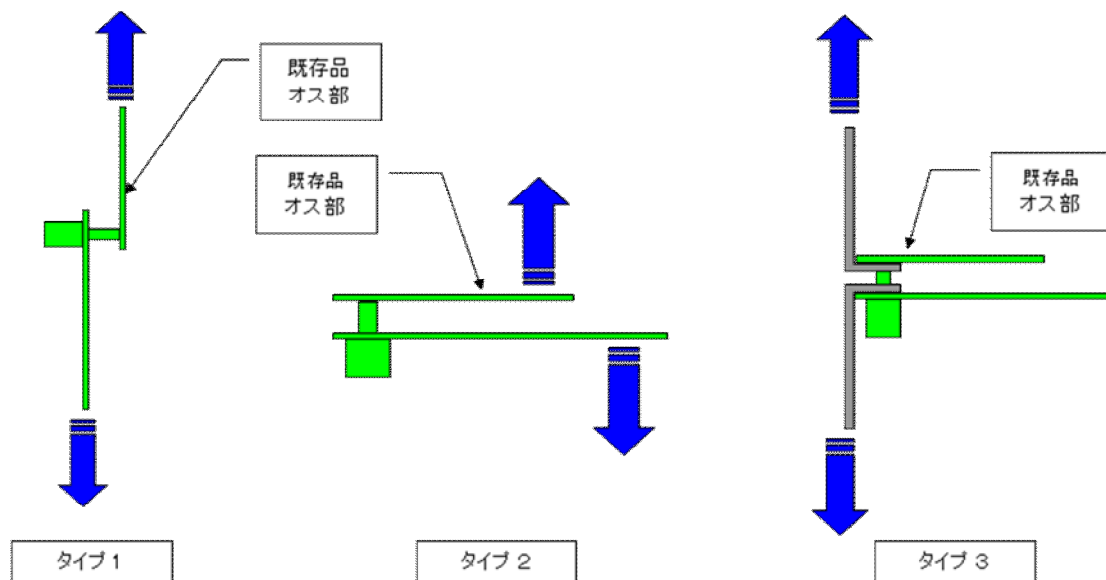


図 2 - 5 - 6 測定方法

表 2 - 5 - 1 測定結果

n	タイプ 1			タイプ 2			タイプ 3		
	既存品	当社品 初回	当社品 2回目	既存品	当社品 初回	当社品 2回目	既存品	当社品 初回	当社品 2回目
1	288.4	154.6	167.0	253.0	156.2	141.8	294.2	277.0	272.4
2	314.8	174.8	151.4	305.0	158.4	167.2	293.6	278.0	281.0
3	306.4	-	174.4	303.2	-	154.4	298.0	-	264.2
平均	303.2	164.44	164.3	287.1	155.6	154.5	295.3	274.52	272.5

[単位：N]

改善策として耳標型の改造・調整を実施するが、今回このまま実証実験用 IC タグとして使い、今後の検討課題とした。

3 実証結果

3.1 ミルキング・パーラー（搾乳施設）での結果

実証期間中のパーラー内での読取結果を表3-1-1に示す。

実証の結果、電子標識の改良により読取範囲が広がったこと、読取ソフトの改良により読み過ぎの電子標識をフィルタリングすることで、昨年度発生した、読み過ぎの問題は解消された。しかしながら、読取った電子標識が画面に表示されない問題が発生した。これは、牛が待機場から搾乳場所までを移動した時間をフィルタリングのパラメータとしたため、牛の移動が設定時間より早い場合に判定できなかったと想定される。

アンテナの方向の調整と、パラメータを5秒から3秒に変更し、2/4に適用した結果、問題が解消された。また、電子標識改善の効果測定として、昨年と同様にアンテナ2枚での測定を実施し、アンテナ位置を調整することで、昨年度と同等な結果が確認できた。

表3-1-1 ミルキング・パーラー内での読取結果

実証日	出力 (内部値)	アンテナ 枚数	有効数 (枚)	読取数 (枚)	読取率 (%)
2/ 1(午後)	64	4	59	57	96.6
2/ 2(午前)	64	4	59	54	91.5
2/ 2(午後)	64	4	59	58	98.3
2/ 3(午前)	64	4	59	56	94.9
2/ 3(午後)	64	4	60	57	95.0
2/ 4(午前)	64	4	60	56	93.3
2/ 4(午後)	64	4	60	57	95.0
2/ 5(午前)	64	4	60	59	98.3
2/ 5(午後)	64	4	60	58	96.7
2/ 6(午前)	64	4	60	58	96.7
2/ 6(午後)	64	4	60	56	93.3
2/ 7(午前)	64	4	60	58	96.7
2/ 7(午後)	64	4	60	60	100.0
2/ 8(午前)	64	4	60	57	95.0
2/ 8(午後)	64	4	59	57	96.6
2/ 9(午前)	64	4	59	58	98.3
2/ 9(午後)	64	2	59	56	96.6
2/10(午前)	64	2	59	58	98.3
2/10(午後)	64	2	59	59	100.0
2/11(午前)	64	2	60	58	96.7
2/11(午後)	64	2	59	55	93.2
2/12(午前)	64	2	59	57	96.6
2/12(午後)	64	2	59	57	96.6
2/13(午前)	64	2	59	57	96.6
2/13(午後)	64	2	59	56	94.9
2/14(午前)	64	2	59	58	98.3
2/14(午後)	64	2	59	57	96.6

3.2 放し飼い牛舎（フリーストール）での結果

事前の検証で餌場に滞在時間を特定するための最適な集約時間の間隔を分析した。

時間を特定し（08:33-10:30、15:00-16:00）スタンションを閉じて餌場で牛が首を出している状況を計測し、連続して読取した結果を1分、5分、10分で集約し最適な時間を検証した。結果、1分間隔の集約では、データが分散され特定ができず、10分ではデータが纏まりすぎた状況となった。

表3-2-1は5分間隔で集約した結果で、網がけ部分が餌を食べている時間帯となり、5分の集約をもとに実証で検証することとした。

表 3 - 2 - 1 測定結果（5分間集計）

読取アンテナ	内部管理番号	開始日時	終了日時	継続分	継続秒	読取回数
3	2001	2011/1/15 8:15	2011/1/15 8:17	2.6	152	8
4	2001	2011/1/15 8:16	2011/1/15 8:17	1	58	6
4	2001	2011/1/15 8:24	2011/1/15 8:24	0	0	1
3	2001	2011/1/15 8:33	2011/1/15 8:53	19.8	1184	24
4	2001	2011/1/15 8:33	2011/1/15 8:50	16.8	1005	36
4	2001	2011/1/15 8:55	2011/1/15 10:29	94	5636	163
3	2001	2011/1/15 9:00	2011/1/15 9:14	14.1	844	8
3	2001	2011/1/15 9:20	2011/1/15 10:17	57.6	3451	134
3	2001	2011/1/15 10:23	2011/1/15 10:28	5.7	337	10
1	2001	2011/1/15 10:40	2011/1/15 10:40	0	0	1
3	2001	2011/1/15 13:47	2011/1/15 13:49	1.7	100	2
3	2001	2011/1/15 15:00	2011/1/15 16:00	59.9	3593	222
4	2001	2011/1/15 15:22	2011/1/15 15:22	0	0	1
4	2001	2011/1/15 15:30	2011/1/15 15:34	3.2	189	3
4	2001	2011/1/15 15:44	2011/1/15 15:44	0	0	1
4	2001	2011/1/15 15:55	2011/1/15 15:56	1.2	72	2
4	2001	2011/1/15 16:37	2011/1/15 16:43	5.2	312	27
4	2001	2011/1/15 16:53	2011/1/15 17:02	9	537	28
4	2001	2011/1/15 17:25	2011/1/15 17:28	3.4	201	11
4	2001	2011/1/15 17:36	2011/1/15 17:37	1	57	4
4	2001	2011/1/15 17:49	2011/1/15 17:56	6.9	410	26
4	2001	2011/1/15 18:08	2011/1/15 18:15	7	418	21

実証場所での分析ツールの結果を表3 - 2 - 2、表3 - 2 - 3に示す。

電子標識の読込結果は、事前検証で分析した集約時間（1分、5分）を基礎値として、平成23年2月6日のデータもとに分析ツールで解析した結果と定点カメラで取得した1分間隔の画像を比較し分析した。分析の結果、実証現場においても5分間隔で集約することで餌場の滞在時間を判定できると考える。

表3 - 2 - 2 分析ツールの算出表（集約時間：5分）

タグID	個体識別番号	内部管理番号	開始日時	終了日時	継続分	継続秒	読取回数
00000000000206200000228		8134	2011/02/06 00:20:07	2011/02/06 01:01:59	41.9	2512	70
00000000000206200000228		8134	2011/02/06 09:15:24	2011/02/06 09:51:28	36.1	2164	122

(A)
(B)

表3 - 2 - 3 分析ツールの算出表（集約時間：1分）

タグID	個体識別番号	内部管理番号	開始日時	終了日時	継続分	継続秒	読取回数
00000000000206200000228		8134	2011/02/06 00:20:07	2011/02/06 00:21:38	1.6	91	5
00000000000206200000228		8134	2011/02/06 00:23:11	2011/02/06 00:23:11	0.0	0	1
00000000000206200000228		8134	2011/02/06 00:24:40	2011/02/06 00:25:01	0.4	21	2
00000000000206200000228		8134	2011/02/06 00:26:06	2011/02/06 00:27:38	1.6	92	4
00000000000206200000228		8134	2011/02/06 00:29:05	2011/02/06 00:29:11	0.1	6	2
00000000000206200000228		8134	2011/02/06 00:30:42	2011/02/06 00:31:15	0.6	33	3
00000000000206200000228		8134	2011/02/06 00:32:48	2011/02/06 00:33:24	0.6	36	3
00000000000206200000228		8134	2011/02/06 00:35:00	2011/02/06 00:38:53	3.9	233	12
00000000000206200000228		8134	2011/02/06 00:39:56	2011/02/06 00:42:39	2.8	163	8
00000000000206200000228		8134	2011/02/06 00:43:56	2011/02/06 00:43:56	0.0	0	1
00000000000206200000228		8134	2011/02/06 00:45:15	2011/02/06 00:51:45	6.5	390	16
00000000000206200000228		8134	2011/02/06 00:53:02	2011/02/06 00:53:20	0.3	18	2
00000000000206200000228		8134	2011/02/06 00:55:29	2011/02/06 00:56:55	1.5	86	6
00000000000206200000228		8134	2011/02/06 00:59:01	2011/02/06 00:59:05	0.1	4	2
00000000000206200000228		8134	2011/02/06 01:01:02	2011/02/06 01:01:59	1.0	57	3
00000000000206200000228		8134	2011/02/06 09:15:24	2011/02/06 09:15:24	0.0	0	1
00000000000206200000228		8134	2011/02/06 09:16:51	2011/02/06 09:16:51	0.0	0	1
00000000000206200000228		8134	2011/02/06 09:19:44	2011/02/06 09:19:44	0.0	0	1
00000000000206200000228		8134	2011/02/06 09:21:37	2011/02/06 09:22:22	0.8	45	5
00000000000206200000228		8134	2011/02/06 09:23:24	2011/02/06 09:23:24	0.0	0	1
00000000000206200000228		8134	2011/02/06 09:24:44	2011/02/06 09:25:29	0.8	45	3
00000000000206200000228		8134	2011/02/06 09:27:25	2011/02/06 09:33:27	6.1	362	36
00000000000206200000228		8134	2011/02/06 09:34:51	2011/02/06 09:44:11	9.4	560	56
00000000000206200000228		8134	2011/02/06 09:45:12	2011/02/06 09:45:12	0.0	0	1
00000000000206200000228		8134	2011/02/06 09:46:31	2011/02/06 09:48:47	2.3	136	9
00000000000206200000228		8134	2011/02/06 09:49:54	2011/02/06 09:51:28	1.6	94	8

(A)

(B)

結果を表3 - 2 - 4に示す。このように給餌場にいた時刻、滞在時間を把握することで、病気の牛の発見等に役立てることができると思う。

表3 - 2 - 4 給餌場のデータ集計結果（5分間集計）

RFIDタグID	管理番号	開始時間	終了時間	時間 (分)	回数	滞在時間 (分)
000000000000206300000228	0252	0:23	0:33	10	24	20
		9:52	10:02	9.9	46	
000000000000210400000228	0375	2:43	2:57	14	50	78
		8:41	9:27	46	303	
		21:41	21:58	18	62	
000000000000211300000228	0380	0:02	0:10	7.7	36	7.7
000000000000209700000228	0392	0:19	0:41	22	22	69.2
		8:53	9:02	8.7	4	
		9:50	10:01	11	43	
		12:33	12:49	15	62	
		12:55	13:07	12	30	
000000000000214700000228	0441	2:21	2:28	7	59	80.5
		3:10	3:27	17	155	
		8:30	8:51	20	217	
		12:25	12:48	23	241	
		19:30	19:37	6.9	66	
		20:45	20:51	6.6	69	
000000000000206800000228	0517	4:41	4:49	7.6	13	7.6
000000000000211600000228	0531	2:00	2:23	24	63	51.2
		10:16	10:21	5.3	8	
		10:26	10:35	9.2	58	
		20:33	20:46	13	22	
000000000000208300000228	0644	20:39	20:51	12	102	12.1
000000000000210900000228	0873	2:35	2:41	6.3	18	31.9
		9:17	9:34	17	22	
		12:56	13:05	8.5	41	
000000000000210700000228	0943	0:41	0:47	6.8	26	64.5
		0:56	1:33	37	329	
		2:31	2:52	21	159	
000000000000209900000228	1421	2:05	2:14	9.5	8	69.8
		9:04	9:16	13	17	
		10:07	10:21	14	36	
		10:54	11:14	20	20	
		11:49	12:01	13	11	
000000000000206400000228	2419	0:37	0:56	19	52	60.3
		2:59	3:06	6.8	10	
		9:16	9:51	34	182	
000000000000210800000228	2430	0:20	1:33	73	298	72.6
000000000000210300000228	3335	1:05	1:40	35	90	162.7
		9:25	9:51	26	111	
		9:58	10:35	37	142	
		10:54	11:07	13	36	
		11:44	12:30	46	216	
		15:15	15:21	5.5	21	
000000000000211700000228	3338	3:05	3:11	5.4	24	5.4
000000000000208400000228	3339	13:56	14:03	7.3	23	7.3

(続 く)

(続 き)

RFIDタグID	管理番号	開始時間	終了時間	時間 (分)	回数	滞在時間 (分)
000000000000211200000228	3341	2:27	2:39	12	13	88.3
		2:45	2:51	7	19	
		8:39	8:44	5.2	37	
		8:52	9:16	24	72	
		10:57	11:31	34	59	
		19:39	19:45	5.8	25	
000000000000208200000228	3342	0:49	1:26	37	39	77
		4:09	4:20	12	20	
		8:47	9:07	21	41	
		13:25	13:33	8.3	5	
000000000000211400000228	3343	1:03	1:10	6.7	4	19.3
		15:00	15:12	13	24	
000000000000206900000228	3714	2:28	2:39	10	11	51.6
		9:21	9:44	24	45	
		20:19	20:36	18	22	
000000000000208700000228	8123	3:14	3:20	6.2	56	6.2
000000000000210100000228	8129	1:47	1:59	12	24	20.5
		4:42	4:50	8.8	25	
000000000000206200000228	8134	0:20	1:01	42	70	78
		9:15	9:51	36	122	
000000000000208900000228	8140	2:26	2:42	16	39	85.9
		8:37	9:03	26	94	
		9:20	9:30	11	27	
		12:07	12:31	25	141	
		21:50	21:58	8.2	21	
000000000000209100000228	8145	8:25	8:42	17	48	16.7
000000000000211500000228	8146	0:57	1:08	11	29	74.1
		8:34	9:38	64	204	
000000000000209500000228	8149	8:27	9:14	46	202	46.2
000000000000209300000228	8173	15:06	15:16	9.5	17	9.5
000000000000209000000228	8174	9:29	9:36	7.2	39	7.2
000000000000212000000228	8175	8:25	8:41	17	40	23.7
		19:30	19:37	6.8	7	
000000000000208800000228	9441	0:16	0:22	5.4	23	20.1
		7:08	7:15	7	7	
		15:14	15:22	7.7	45	
000000000000206100000228	9443	10:59	11:06	6.9	7	25.4
		11:33	11:52	19	46	
000000000000208100000228	9447	0:37	1:09	32	62	164.2
		3:02	3:10	8.2	21	
		8:25	9:18	53	139	
		9:27	9:32	5.2	16	
		10:36	10:42	6.4	29	
		19:27	20:16	49	309	
		21:06	21:16	10	13	

3.3 ハンディターミナルの結果

(1) ハンディターミナルでの読取結果

読取結果を表3-3-1に示す。測定は、前方からは全装着頭数の約70%が1.0~2.0mの範囲に入っていた。フリーストールのため、後方・牛の左右からは、可能な範囲で測定した。後方および牛の左側からの読取距離は1.0m程度となり、牛の右側（耳標を装着した逆側）からは読取ができなかった。

表3-3-1 ハンディターミナルでの読取結果

装着位置	距離(m)	読取方向			
		前方	後方	左横	右横
試験頭数		60頭	3頭	2頭	2頭
前装着	読めない	-	-	-	2頭
	~0.5	4頭	6.6%	2頭	-
	~1.0	15頭	25.0%	1頭	2頭
	~1.5	26頭	43.3%	-	-
	~2.0	15頭	25.0%	-	-

表3-3-2 前方からの読取結果

No	RFIDタグID	管理番号	HT距離(cm)	No	RFIDタグID	管理番号	HT距離(cm)
1	000000000000206300000228	0252	100	31	000000000000211200000228	3341	200
2	000000000000205300000228	0269	100	32	000000000000208200000228	3342	100
3	000000000000210000000228	0314	100	33	000000000000211400000228	3343	150
4	000000000000209400000228	0327	200	34	000000000000214500000228	3344	200
5	000000000000209800000228	0350	200	35	000000000000206900000228	3714	200
6	000000000000210400000228	0375	50	36	000000000000211800000228	5120	100
7	000000000000211300000228	0380	100	37	000000000000210500000228	5288	50
8	000000000000209700000228	0392	100	38	000000000000205100000228	5760	150
9	000000000000211000000228	0415	150	39	000000000000205200000228	7501	150
10	000000000000214700000228	0441	150	40	000000000000208700000228	8123	150
11	000000000000210200000228	0496	150	41	000000000000210100000228	8129	200
12	000000000000211900000228	0513	150	42	000000000000206200000228	8134	150
13	000000000000206800000228	0517	100	43	000000000000208900000228	8140	150
14	000000000000211600000228	0531	100	44	000000000000208600000228	8143	150
15	000000000000208300000228	0644	50	45	000000000000209100000228	8145	150
16	000000000000205400000228	0680	150	46	000000000000211500000228	8146	100
17	000000000000210900000228	0873	200	47	000000000000209500000228	8149	200
18	000000000000210700000228	0943	200	48	000000000000205600000228	8171	150
19	000000000000209900000228	1421	200	49	000000000000209300000228	8173	200
20	000000000000207100000228	1604	200	50	000000000000209000000228	8174	150
21	000000000000207400000228	1834	200	51	000000000000212000000228	8175	150
22	000000000000207500000228	2390	100	52	000000000000207800000228	8176	200
23	000000000000209600000228	2410	150	53	000000000000208800000228	9441	150
24	000000000000206400000228	2419	100	54	000000000000205700000228	9442	200
25	000000000000205500000228	2420	150	55	000000000000206100000228	9443	50
26	000000000000210800000228	2430	150	56	000000000000210600000228	9443	100
27	000000000000208500000228	2440	150	57	000000000000208000000228	9445	150
28	000000000000210300000228	3335	150	58	000000000000208100000228	9447	100
29	000000000000211700000228	3338	150	59	000000000000207900000228	9470	150
30	000000000000208400000228	3339	150	60	000000000000205800000228	9864	100

4 考察

4.1 計画との比較

計画時と実験結果の比較を表4-1-1に示す。当初の計画は達成できたと思われる。

表4-1-1 計画時と実験結果の比較

No.	項目	計画	実績
1	使用する電子標識	アンテナを耳標本体に埋め込んで使用。表面に電子標識IDを記載する。	耳標外装とインレットを自社で作成し、外装の製造時に溶着接合した。また、アンテナ断線防止、通信距離の確保を考慮してアンテナを設計し使用した。表面に電子標識IDを手書きし、識別した。
2	ミルキング・パーラーでの試験	アンテナ4枚を使用して読取順序を正しく表示する。	読取ソフトの改良により待機している牛の読み過ぎ防止を確認した。
		1週間連続して2回以上実施する	平成23年2月1日～平成23年2月14日(14日)、連続して実験を実施した。
		電子標識中央データベースシステムのデータを表示する。	注意牛のデータをもとに、対象の牛がゲートを通過した時点で画面に表示する色を変え警告を促すようにした。
		読取精度は95%以上	実証期間中の読取率は平均96.6%であり、95%以下は、5回発生した。
3	放し飼い牛舎での試験	読取データの分析を行う。	平成23年2月1日～平成23年2月14日(14日)、連続して実験を実施した。時刻毎の読取回数をアンテナ毎に取得し、データを分析し、滞在を特定する時間間隔を分析した。
		読取距離、範囲を明確にする。	4枚のアンテナで地上2.5m、幅9mの範囲をカバーできた。農場全体の必要機材を明確にした。
4	ハンディターミナル装置	TFU-RW611を使用し、狙った牛の読取を実現する。	今年度の電子標識でフィルタリング機能を使用し、狙った牛のみ読み取る測定を実施した。
		全方位からの読取試験を実施する。	前方から60頭、後方から3頭、左右横方向から4頭の読取試験を実施した。

4.2 実証実験における考察

(1) 電子標識の適正について

電子標識の耐久性と読取精度・距離の検証を行い、実用可能な電子標識の適正について検証することを目的とした。

今年度の実証では、昨年の電子標識と比較し約1.2倍の読取距離が得られた。パーラーでの自動読取率については期間全体を通じて約96.6%の読取精度であった。読み取れなかった電子標識については、牛への装着状態（例えば、装着位置、向き、耳との密着度など）やゲート通過時の姿勢が影響していると思われる。

牛への装着については、昨年～本年の実証実験の結果を基に耳の前後や両耳に電子標識を装着することなどで改善が可能と考える。

電子標識を包む耳標の素材については、大きさや厚さ、重さ、強度など懸案事項はあるが、今後の電子標識の有効活用においては重要な検討課題である。

(2) 実証機器について

据置型リーダ（アンテナ）装置は、設置場所での読取精度の検証および最適なアンテナの配置・方向、電波強度などを検証することを目的として、ハンディターミナル装置は、機械的な電波の指向性や、読取距離、ハンディターミナル装置で今後作業を行う上での操作性の向上などの要望を確認する目的とした。

まず、据置型リーダ（アンテナ）装置については、昨年度発生したパーラーで電子標識を読み取り過ぎるという事象について、アンテナの配置と読取ソフトの改良である程度改善することが検証できた。

給餌場では、出力最大で無人自動読取を行い、定点カメラの画像と比較し、ほぼ全頭が読み取れていることを確認した。給餌場全体にアンテナを設置することで、全頭の給餌場にいた時刻、滞在時間を計算することができ、病気の牛の早期発見等に役立てることができると思われる。

次に、ハンディターミナル装置については、ほぼ読み取り可能であるが、牛への装着状態で読取距離が大幅に変わる点や指向性について改善していく必要はあると考えている。しかしながら、利用者の操作性、利便性を考慮したソフトウェアの提供により、十分に実用化は可能と考える。

(3) 設置酪農家の意見

設置酪農家の意見について、以下に箇条書きする。

電子標識や読取装置に関すること

- 待機牛を読みとるのは少なくなったように思う。
- 給餌場に取り付けた装置で餌を食べてない牛が分かるようになると良い。

ソフト面に関すること

- パーラーで牛の入替を行う時に、画面がクリアされると分かりやすい。

4.3 電子標識の有効活用に向けた今後の改善点

(1) 電子標識の改善について

本実証実験では、昨年度の電子標識を改良したUHF帯電子タグを牛耳標へ取り付け、個体識別用途の電子標識として酪農の現場に適用し、検証をおこなった。これまでの実験結果から、今後の有効活用に向けた改善点として以下の2つの項目があげられる。

- 1) 電子標識の脱落およびアンテナ破損の防止 (耐久性確保)
- 2) 電子標識の読取率と読取通信距離の向上 (安定性確保)

これら2項目を改善する為には、主として二つの基本要素技術の改善が重要と考える。

一つ目の基本要素技術は、電子標識の作製(形成)技術があげられる。今回の改良版電子標識は、製造時に耳標とタグ部分を埋め込んで一体化したことでアンテナの耐久性は一定の成果が得られた。しかしながら、牛への装着部分の強度については、事前検証で耳標の材質や抜去力が課題として挙がっており、今後の課題として取り組む必要がある。

二つ目の基本要素技術には、電子タグのアンテナ性能の調整があげられる。具体的には、本実証実験の中で得た重要な知見の一つに、電子標識の読取及び通信距離は、牛耳への取り付け箇所・状態により大きく変わるという結果があるが、この定性的な傾向として、電子標識全体が牛耳に密着した状態では、読取及び通信距離が著しく劣化するというものである。この特性を考慮し、疑似的な環境でアンテナ性能を測定しICタグを選定したが、まだ、最適なアンテナ性能の調整には改善の余地があり、昨年度も課題として提唱したが、今後も継続的な必要が重要となる。

以上のように、電子標識の性能改善には、二つの基本要素技術改善の取り組みが鍵となる。

(2) 読取機器について

前述した電子標識同様に、本実証実験では既存製品のUHF帯の読取機器を適用した。適用した読取装置は、ハンディターミナル装置と据置型リーダ装置である。以下に本実証実験で得た知見に基づき、今後の有効活用に向けた改善点を整理する。

・ハンディターミナル装置

本実証実験では、改良版電子標識での読取も昨年度と同様にソフトウェアによるフィルタリングで一定の成果は見られたが、課題についても同様に、両隣の牛が密着した状態では、両側の牛を同時に読取る場面があった。酪農現場での作業効率確保のため、読取る牛以外の電子標識を検知しない工夫が必要である。現状のハンディターミナル装置では、物流現場での利用を想定しており、広いエリアでの電子タグ検知を目的としている。このため、そのアンテナには強い指向性は持たせていない。読取装置の通信距離を確保しつつ、横方向の電子タグ検知エリアを狭くするためには、フィルタリングのみではなく、指向性のあるアンテナとするなど機器の改造を含め対策を行うことが必要となると考える。

・据置型リーダ（アンテナ）装置

本実証実験の中で、改良版耳標を使用し、アンテナの出力、位置、方向を変え試行した結果、読取率96.6%までになったが、今後は適用環境によらず、読取率100%を実現することが不可欠である。

これらの結果を踏まえ、今後の改善指針としては、電子標識の読取エリアを集中させ、搾乳場所へ入場した牛の電子標識のみを読取る必要があり、今回の実証では、現場環境の変更が必要となるため実施できなかったが、ゲート型アンテナやアンテナを設置したゲート周囲に金属の反射材を設置することが有効と考えられる。この効果は二つあげられ、一つは、牛が通過するゲート周囲への電波の広がりを低減させ、ゲートを通過する牛以外の電子標識検知を防止するものである。もう一つの効果は、ゲート周囲の反射材により、アンテナから送信された電波がゲート内側での反射・廻込みにより、電子標識の検知感度の向上が期待できる。

また、設置費用との関係があるが、パーラーにて搾乳している牛の真上にアンテナを設置し（実証環境ではアンテナ12枚）表示とクリアを行うソフト開発を行うことでより精度の高い、使いやすいものが実現できると思われる。

以上に述べた「(1)電子標識の改善」及び「(2)読取機器について」の両者で記載した施策は、電子標識の有効活用に向けた今後の改善点の鍵になると考えられる。

以上

添付資料

1. 実証実験機器

今回の実証実験に使用した機器スペックを表1-1、写真を図1-1に示す。

表1-1 実証実験機器スペック

品名	型番	スペック等
ロングレンジハンディ リーダライタ 富士通株式会社	TFU-RW611	製品形態：ハンディタイプ LCD : 240×320dot 無線 LAN：IEEE802.11b 準拠 OS : Windows CE5.0 UHF 帯(952～954MHz) RFID 規格：ISO/IEC18000-6 TypeC 送信出力：24dBm アンテナ接続：HHT一体型 アンテナ利得：3.5dBi 偏波：円偏波 耐環境性：IP54 電源：リチウムイオンバッテリーパック 重量：470g 無線局：構内無線局 登録局
ロングレンジ据置型 リーダライタ 富士通株式会社	TFU-RW362	製品形態：据置タイプ UHF 帯(952～954MHz) RFID 規格：ISO/IEC18000-6 TypeC 送信出力：28dBm アンテナ接続ポート数：最大 4ch インターフェース：LAN、USB 耐環境性：IP52 電源：電圧 AC100V ± 10% 重量：1.4Kg 無線局：構内無線局 登録局
外付けアンテナ 富士通株式会社	TFU-AN11	製品形態：外付アンテナ アンテナ利得：8dBi 偏波：右旋円偏波 耐環境性：IP54 重量：700g *送受信兼用
管理 P C DELL	OptiPlex760	CPU : Intel Core2 (2.66 GHz) メモリ : 2GB ディスク : 80GB OS : Windows XP Professional
設置リーダ制御 PC DELL	Latitude D530	CPU : Intel Celeron (2.00GHz) メモリ : 1GB ディスク : 80GB OS : Windows XP Professional
液晶ディスプレイ	A1747976	17 インチ TFT 液晶モニタ
	-	20 インチ液晶ディスプレイ
定点カメラ ワコム I T (養牛カメラ)	-	画像解像度：640×480、320×240 ピクセル データ送信：FTP 画像取得；1 分間隔 任意設定
無線 LAN 基地局	-	IEEE802.11b



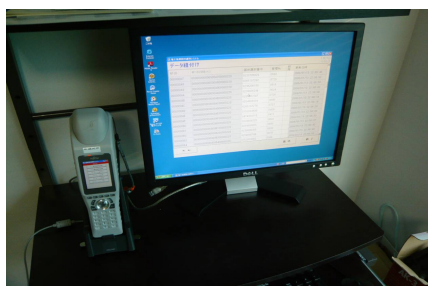
ロングレンジハンディリーダー
(富士通 TFU-RW611)



ロングレンジ据置型リーダー
(富士通 TFU-RW362)



外付けアンテナ
(富士通 TFU-AN11)



管理 PC



設置リーダー制御 PC



搾乳場設置モニタ



餌場設置カメラ

図 1 - 1 実証実験機器の写真

2. 実証実験用電子標識

今回の実証実験に使用した電子標識の仕様を表 2 - 1 に、外観写真を図 2 - 1 に示す。

表 2 - 1 : 電子タグ仕様

項目	仕様
国際標準	EPCglobalGen 2 ISO/IEC 18000-6C
使用周波数	UHF 帯周波数使用帯域 860-960MHz
ユーザ定義 ID	標準 96bit
ユーザメモリ領域	512bit
外形寸法(W×D×H)	55mm×77mm(最長部)×7mm(裏面凸部)
内部インレットサイズ(W×D)	47mm×51mm
動作温度	-20 ~ +40

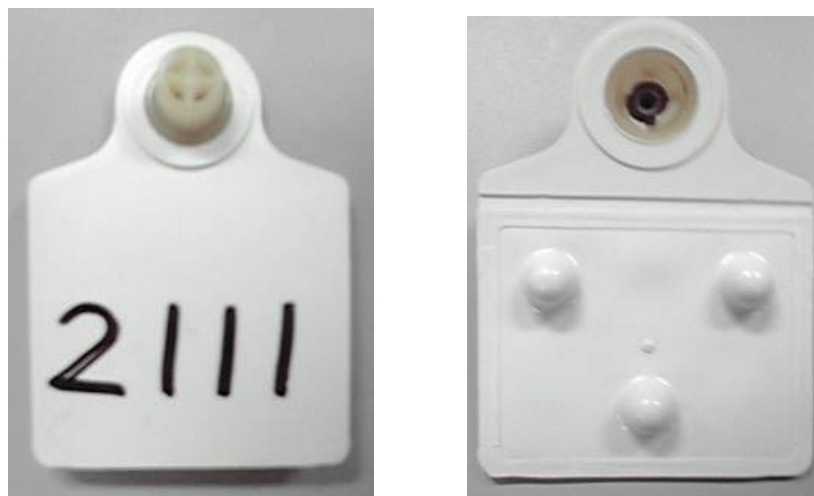


図 2 - 1 : 外観写真

以 上