

5

周年親子放牧導入マニュアル 新技術解説編

2020

放牧牛体重計測システム

周年親子放牧コンソーシアム 編

「革新的技術開発・緊急展開事業」（うち人工知能未来農業創造プロジェクト）
「A I や I C T を活用した周年親子放牧による収益性の高い子牛生産技術の開発」

改訂履歴

版数	発行日	改訂者	改訂内容
第1版	2021年3月31日	喜田環樹	初版発行

本マニュアルの内容は、農研機構生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業（うち人工知能未来農業創造プロジェクト）」の支援を受け、「周年親子放牧コンソーシアム」が実施した、「A I や I C T を活用した周年親子放牧による収益性の高い子牛生産技術の開発」に基づいています。

まえがき

1. 本書の目的

本書は、放牧牛のICT技術・AI技術を活用し、放牧牛の体重を自動で計測可能な体重計測システムについて述べます。放牧牛体重計測システムをご利用になるまえに必ずお読みください。

2. 著作権

周年親子放牧コンソーシアム（構成員は巻末参照）

- 本書に記載されている内容の著作権等は、各権利所有者に帰属します。また当該掲載情報の無断転載、複製、販売等の一切を固く禁じております。転載する際には、巻末に記載した「お問い合わせ」よりご連絡いただけますよう、よろしくお願いいたします。

本書に関する注意

免責事項

- 本書は、私たちが行った調査および実証試験の結果に基づいております。そのため、自然環境等の影響によって結果が変動することもあり、必ずしもその内容の正確性および完全性を保証するものではありません。本書に基づいて被った損害については、一切責任を負うものではありませんので、あらかじめご了承ください。

目次

まえがき	1
目次	2
1.放牧牛体重計測システムの紹介	3
1.1 放牧牛体重計測システムとは	3
2. 放牧牛体重計測システムの概要	4
2.1 市販RFID対応体重計システム	4
2.2 ソーラーパネル電源供給システム	6
2.3 体重ログデータ記録システムとデータ閲覧方法	7
3.放牧牛体重計測システムの構成	9
4.設置・運用方法	10
4.1 市販RFID対応体重計システム	10
4.2 ソーラーパネル給電システム	10
4.3 体重ログデータ記録システム	11
4.4 水飲み場と牛通路の柵	12
4.5 馴致方法	13
5.導入事例紹介	14
5.1 熊本県農研センター草地畜産研究所	14
5.2 農研機構 畜産研究部門 山地放牧研究拠点	16
6. 困ったとき	18

1. 放牧牛体重計測システムの紹介

1.1 放牧牛体重計測システムとは

放牧牛体重計測システムは、放牧牛の体重計測を自動的に行い、体重測定作業を省力化するシステムです。

牛の体重は、発育状況を数値化できることから家畜飼養管理の上で重要な指標です。しかし放牧牛の体重計測はほとんど行われていないのが実情です。これは放牧牛の集畜の手間や、体重計枠への追い込み等の作業の労力面と、体重計施設と通路枠が必要な施設面が大きな要因となっています。

そこで省力的な体重計測手法として、放牧牛の水飲み場前に体重計を設置して、水を飲みに来た牛の体重を自動で測定する手法について検討しました。放牧牛の個体識別手法として首輪装着式のRFIDタグと、海外で普及しているRFID対応体重計システムを用いて、放牧牛個体ごとの体重を記録管理することができます。放牧牛の日々の体重を記録し、放牧飼養管理に役立つシステムとなっています。

システムの購入にあたってはサージヤワキ株式会社にお問い合わせください。

特徴

① 放牧牛体重自動測定

牛の水飲み行動という自発的な行動に合わせて、体重を測定することができます。

② 放牧牛の体重推移の記録

長期間にわたる牛の体重推移を記録することができます。平均で2.5回/日の体重測定ができます。

③ ソーラーパネル給電

商用電源のない放牧地でも、ソーラーパネルとバッテリー給電により体重測定が可能です。

④ 放牧地外からの体重ログデータの利用

体重計のログデータをインターネットに送信することで、放牧地から離れた場所でも体重計の様子を管理できます

2. 放牧牛体重計測システムの概要

本章では、放牧牛体重計測システムの概要を説明します。

2.1 市販RFID対応体重計システム

日本では牛の個体識別のためすべての牛に耳標がとりつけられており、耳標識には10桁数字のバーコードが印刷されています。同様の個体識別管理は各国で取り組まれています。ニュージーランド（NZ）やEUでは非接触型の無線タグ（RFID：radio frequency identification）タグ耳標（15桁）が普及しています。牛RFID方式として国際規格（ISO11784、ISO11785）が策定されています。日本においても搾乳牛では首輪方式のRFIDタグは普及しており、搾乳機器等の牛舎施設と連動して、牛個体の乳量管理において広く普及しています。

NZでは、RFIDタグの読み取り機能と体重計測機能を持つ牛体重計（以下RFID対応体重計システム）が市販化されています（図1）。RFID対応体重計システムを設置した体重計の通路に、RFIDタグを装着した牛を一頭ずつ通すことで、個体番号と体重値が自動で記録されるシステムです。



図1 市販RFID対応体重計システム

そこで放牧牛に首輪装着式のRFIDタグを取り付け（図2）、RFID対応体重計システムを放牧地の水飲み場前に設置することで、水を飲みに来た放牧牛の体重を自動で測定するシステム（以下放牧牛体重計測システム）を開発しました（図3）。



RFIDタグ
15桁の数字
直径3cm、高さ6cmの円柱形

図2 RFIDタグつき首輪を装着した放牧牛



図3 放牧牛体重計測システムの利用の様子

2.2 ソーラーパネル電源供給システム

上記RFID対応体重計システムは商用電源のある場合は、長期間にわたり運用可能です。そこでソーラーパネルとバッテリーとソーラーパネルコントローラを組み合わせたシステムの利用により、放牧地等で電源のない場合でも体重計システムに給電することで長期運用を可能としました。安定した長期運用にはソーラーパネル100W以上、バッテリー230Ahr程度が必要でした（図4）。汎用バッテリー1台では容量が不足するため、2台のバッテリーを並列接続して利用しています。バッテリーを並列接続した場合、バッテリー間で循環電流が生じ損耗することから、循環電流低減のためにバッテリーの正極間に逆流防止ダイオード（ショートキーバリアダイオード 10A）を挿入しています。

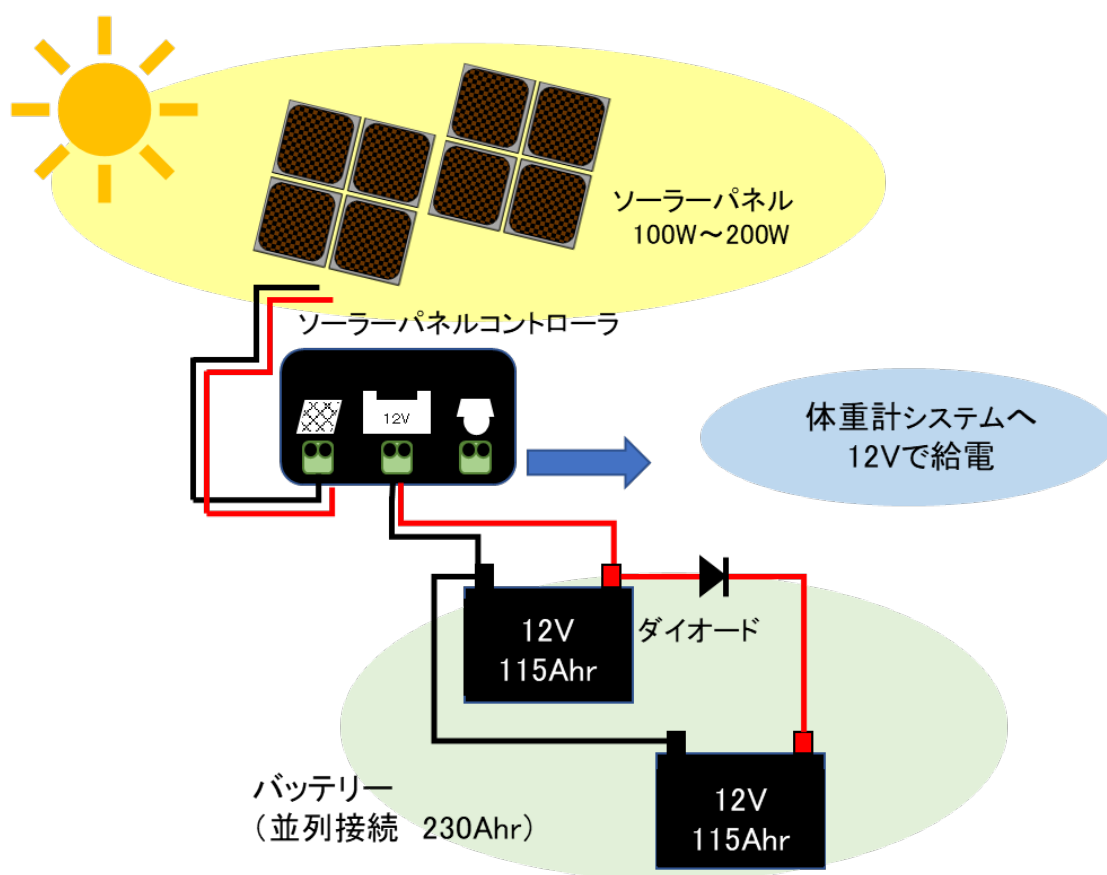


図4 ソーラーパネルによる電源供給システム概略

2.3 体重ログデータ記録システムとデータ閲覧方法

RFID対応体重計測システムで記録した体重値は、体重計表示機本体に記録されますが、そのデータを取り出すためにはPCに専用ソフトウェアを入れて体重計表示機と接続する必要があります。そこで放牧牛自動計測システムでは、体重計本体にマイコンボードを接続し、ログデータ形式で体重データを記録する仕様としました（図5）。接続は非同期式シリアル送受信（UART：Universal Asynchronous Receiver/Transmitter）接続で、体重計からはRS232ケーブル（クロス接続）で出力し、USBケーブルに変換してマイコンボードに接続します。

ログデータは、計測時刻、RFID番号、体重値からなるテキストデータです。RFID対応体重計測システムから出力されたRFID番号、体重値に、マイコンボード（RaspberryPi、OS：Raspbian）で時刻情報を付記してプログラム（Python）にてログデータを記録します（図6）。



図5 体重データ記録システム概略

The screenshot shows a terminal window titled '*sozai_20200703 - メモ帳'. It displays a list of log entries with columns for date, time, RFID number, and weight. The data is as follows:

測定日時	RFID	体重値
#data miyota 202005 sozai		
#Date , RFIDNo , Weight		
2020/05/12 16:57:45,	984000002516276,	115.0
2020/05/12 16:58:09,	984000002516278,	188.5
2020/05/12 22:07:17,	984000002516277,	122.5
2020/05/12 22:26:51,	984000002516278,	174.0
2020/05/12 22:36:07,	984000002516274,	170.5
2020/05/12 22:36:46,	984000002516274,	93.5
2020/05/12 22:40:06,	984000002516274,	175.5
2020/05/13 01:37:18,	984000002516277,	180.5
2020/05/13 05:16:50,	984000002516276,	145.5
2020/05/13 05:22:17,	984000002516276,	177.5
2020/05/13 05:25:38,	984000002516278,	176.0

図6 ログデータの事例

ログデータはマイコンボードのWWWサーバー（nginx）に保存され、ネットワーク接続されたスマートフォンやPCのブラウザソフトからログデータを閲覧することが可能です。

例えば、農家や作業者のスマートフォンのデザリング機能を用いてマイコンボードに接続することで利用できます（図7）。新たな通信契約を必要しないことから低コストで、またWifiルータの電力がいらぬことから省電力でデータが管理できます。

また、別途モバイルWifiルータ等によりマイコンボードをインターネットに接続することで、定期的に

ログデータをインターネット上のクラウドサーバー等に送信して、ログデータをインターネット経由で閲覧することができます（図8）。体重計システムに近づかなくても、遠隔地からもログデータが閲覧可能ですが、モバイルWifiルータの利用料金と、電力供給が必要となります。安定稼働にはソーラーパネル（40W）とバッテリー（115Ahr）が必要です。



図7 ログデータの閲覧方法 スマートフォンのデザリング機能利用



図8 ログデータの閲覧方法 クラウドサーバーの利用能利用

3. 放牧牛体重計測システムの構成

以下に放牧牛体重計測システムの構成を示します。

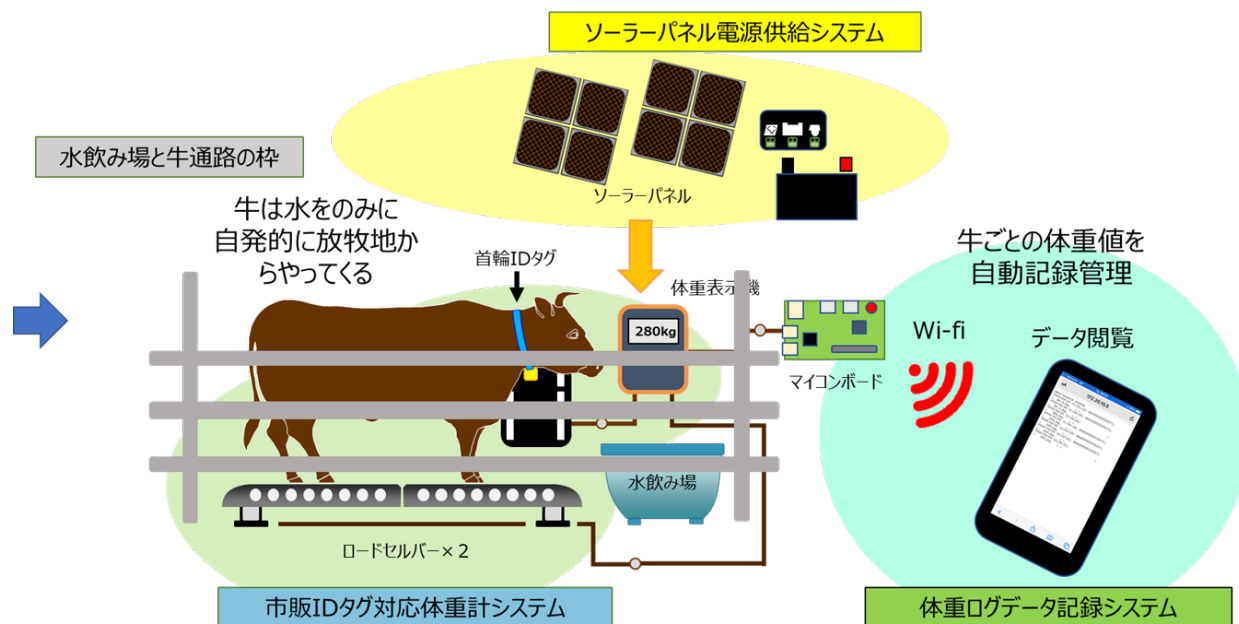


図9 放牧牛体重計測システムの構成

4. 設置・運用方法

4.1 市販RFID対応体重計システム

自動体重計測システムの核となる市販RFID対応体重計システムは、ロードセルバーと体重測定枠(幅60cm、長さ220cm)と、体重計表示機、RFIDアンテナからなります。設置に際しては、水飲み場の前に体重測定枠とロードセルバーが水平になるように設置することが体重測定値の精度を確保する上で重要です。傾斜草地の場合は、ロードセルバーの水平を保つために地面を均平化することが必要です。

体重計枠は水飲み場の前に設置します。飲水行動中の牛の個体識別ができるように、RFIDアンテナは水飲み場周辺に設置します。体重計表示機は牛にいたずらされないようにRFIDアンテナの裏側等に設置し、ロードセルバーのケーブル等も体重計枠下を通す等の工夫が重要です。

体重計枠下には、牛の糞尿や、周囲からの土砂が堆積してしまいます。ロードセルバーに糞尿や土砂が詰まった場合、体重値が低い値となってしまいます。運用の際は、月1回程度、体重計枠下の糞尿を取り除くことが重要です。

4.2 ソーラーパネル給電システム

放牧地に商用電源がない場合、自動体重計測システムはソーラーパネル給電システムから給電することで利用できます。ソーラーパネルは南向きの見通しがよい場所に設置し、発電量を確保することが重要です。自動体重測定システムの運用では、梅雨の後半にバッテリーの容量が低下し、システムがダウンする事例が発生しました。そのため長期にわたり安定運用するためには、給電システムとしてソーラーパネル100W 以上、バッテリー容量230Ahr程度が必要と考えています。

バッテリーは長期運用していると能力が低下することから、容量が少なくなった場合は取り外し、バッテリー専用充電器等で給電することでシステムの寿命を延ばすことが可能です。

4.3 体重ログデータ記録システム

自動体重計測システムでは、体重値の記録にマイコンボード（RaspberryPi、OS:Raspbian）を利用しています。マイコンボードは5Vで2W程度の消費電力です。ソーラーパネル40W、バッテリー27Ahrで安定駆動可能です。

体重ログデータはPythonのスクリプトで行います（図10）。市販RFID対応体重計システムから出力されたRFIDと体重値に、マイコンボードの時刻情報を付記してログデータに自動的に記録する仕様となっています。ログデータは、マイコンボードのWWWサーバー領域に管理しており、ネットワーク経由でアクセス可能としています。他マイコンボードの設定として、通信ライブラリにはpySerialを利用し、時刻保持のためのRTCモジュール設定、RaspberryPi起動時にログデータ記録用スクリプトが自動起動する等の設定を行っています。

```
1 # 自動体重計測システムのデータ記録スクリプト↓
2 # Arrange by T.Kida 20201028↓
3 from __future__ import print_function↓
4 import serial ↓
5 import io↓
6 import datetime↓
7 ↓
8 addr = '/dev/ttyUSB0' # 体重計からの入力ポート設定↓
9 baud = 19200 # 通信速度の設定↓
10 fname = '/var/www/html/data.txt' # ログファイル場所↓
11 fmode = 'a' # ログファイルに追記モードで記載する↓
12 ↓
13 ↓
14 with serial.Serial(addr,19200) as pt, open(fname,fmode) as outf:↓
15     spb = io.TextIOWrapper(io.BufferedRWPair(pt,pt,1),↓
16         encoding='ascii', errors='ignore', newline='r', line_buffering=True)↓
17     spb.readline() ↓
18     while (1):↓
19         x = spb.readline() # シリアルポートから1行ずつ読み出し処理する↓
20         t1 = datetime.datetime.today() # 時刻情報の設定↓
21         ↓
22         ↓
23         if len(x) > 16: # 入力データが16文字以上の場合記録（通信エラーデータの非対応）
24             xx=x[1:100]↓
25             # ログファイルに出力↓
26             outf=open(fname,"a")↓
27             outf.write(t1.strftime("%Y/%m/%d %H:%M:%S") + "," + xx)
28             outf.flush() ↓
29             outf.close↓
```

図10 体重ログデータ記録用スクリプト Pythonにて記述

4.4 水飲み場と牛通路の枠

自動体重計測システムでは、牛が体重計システムを自発的に訪問することが鍵となります。そのため、放牧地での設置では、水飲み場を1か所にし、その水飲み場の前に体重計システムを設置することが重要です。また体重計枠以外の場所から水を飲めないように、また別の牛のRFID番号をRFID水飲み場と体重計枠周辺は電気牧柵や単管パイプ、鋼線メッシュ等囲って牛の行動制御を行います。牛通路の事例について図11に示します。



1) 単管パイプと鋼線メッシュの事例
(栃木県S牧場)



2) 電気牧柵の事例
(畜産研究部門御代田)



3) 牛舎通路と単管パイプ
(山梨県H牧場)



4) 単管パイプとゴムマット
(熊本県農研センター)

図11 牛通路枠の設置事例

4.5 馴致方法

自動体重計システムの馴致は、1) 水飲み場の学習と2) 体重計通路枠に載ることの学習の2点が必要となります。放牧地に水飲み場が1か所しかない場合、現地農家では2日程度で全ての牛の利用が可能でした。体重計枠以外から水飲み場を利用できないように、水飲み場周辺はメッシュ等で囲う等の工夫も必要です。

もし牛が慣れにくい場合は、1) 体重計通路上面にゴムマットを設置する。2) 体重計通路に配合飼料を撒いて牛を誘う。3) 体重計枠に牛の糞尿をまく等が有効と考えられます。

5. 導入事例紹介

5.1 熊本県農研センター草地畜産研究所

周年親子放牧している褐毛和種の親子放牧牛で自動体重計測システムの運用試験を行っています。自動体重計測システムは配合飼料を給与するための管理牛舎入口の水飲み場（コンクリート敷設）に設置しています。電源は牛舎の商用電源から給電しています。

放牧地面積が広いことと、もう1か所別に水飲み場があったため利用回数は少なかったのですが、水飲み場を体重計システム1か所にしてから利用率はあがりました。

親子放牧で利用しているため、子牛が水を飲んでいる際に親と一緒に体重計枠にのってしまう事例等が見れました。そのような場合は異常値として除外することを検討しています。



自動体重計測システム



首輪IDタグと装着した親子牛



体重の自動計測

5.2 農研機構 畜産研究部門 山地放牧研究拠点

繁殖和牛雌牛（1歳）5頭程度の小規模放牧地で夏季放牧期間の自動体重計測システムの運用試験を行っています。



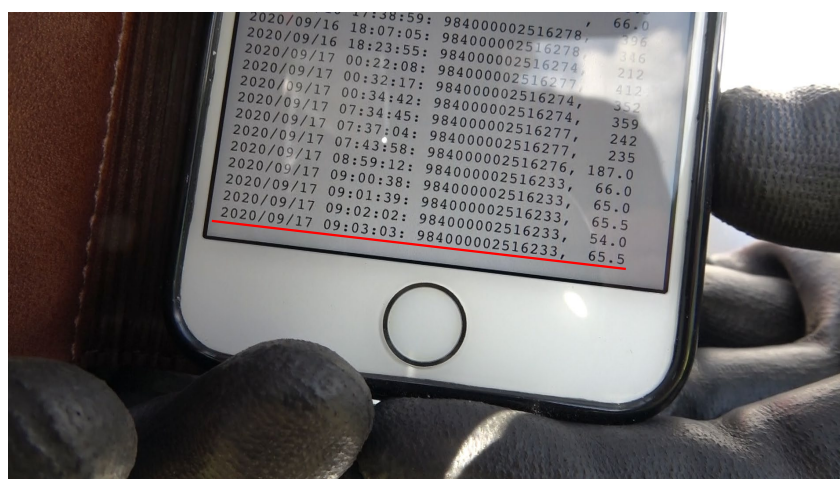
自動体重計測システム利用の様子



ティートカップの利用事例



水槽の利用事例



スマートフォンへの表示



体重の自動計測

6. 困ったとき

●もしも自動体重計測システムが動かなくなったときは…

【原因1】	配線が牛や動物にいたずらされた
【症状】	ログデータが記録されない
【対処方法】	RFIDタグをもって体重計に乗ってみる。
	体重表示機に体重値が表示されない → ロードセルか体重計表示機の異常
	RFID番号が表示されない → RFIDアンテナか体重計表示機の異常
	RFID番号、体重値が表示される → マイコンボードとの通信ケーブルか マイコンボードの異常
【原因2】	電源トラブル、体重表示機のスリープモード
【症状】	体重計表示機の画面が真っ黒になっている
【対処方法】	体重計表示機のホームボタンを押す スリープモードの場合は復帰する。測定再開する。 変化がない場合は電源トラブルの可能性
	商用電源利用の場合 電気が来ているか確認 ソーラーパネル給電システムの場合 バッテリー電圧のチェック。バッテリーの充電 ※落雷の影響で体重計表示機故障事例あり。

●体重値が少なく表示されたり、ばらつきが大きくなったときは…

【原因3】	体重計枠下に糞や土が堆積している
【症状】	体重値が低くなる
【対処方法】	体重計枠の下の糞や土を取り除く 体重計の0点校正をする

執筆者

氏名	所属（執筆時）
喜田 環樹	国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 畜産研究部門

お問い合わせ

周年親子放牧コンソーシアム

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構

畜産研究部門 研究推進部 研究推進室

Web お問い合わせフォーム：<http://www.naro.affrc.go.jp/inquiry/index.html>

周年親子放牧コンソーシアム

研究代表者：井出保行（令和2年）・山本嘉人（平成29年～令和元年）

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 畜産研究部門

構 成 員：国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構

（中央農業研究センター・東北農業研究センター・西日本農業研究センター）

国立大学法人 鹿児島大学学術研究院農水産獣医学域

国立大学法人 東北大学大学院農学研究科

国立大学法人 茨城大学農学部

国立大学法人 岐阜大学応用生物科学部

国立大学法人 信州大学農学部

独立行政法人 家畜改良センター

山梨県畜産酪農技術センター

大分県農林水産研究指導センター畜産研究部

熊本県農業研究センター草地畜産研究所

サージマワキ株式会社

富士電機株式会社

イーソル株式会社

周年親子放牧導入マニュアル（新技術解説編）

令和 3年 3月 31日 発行

発 行：「革新的技術開発・緊急展開事業」（うち人工知能未来農業創造プロジェクト）

「AIやICTを活用した周年親子放牧による収益性の高い子牛生産技術の開発」

周年親子放牧コンソーシアム

研究代表：井出保行（国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 畜産研究部門）

編 集：井出保行（国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 畜産研究部門）

中尾誠司（国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 畜産研究部門）

喜田環樹（国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 畜産研究部門）

小松篤司（国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 東北農業研究センター）

下田勝久（国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 畜産研究部門）

杉戸克裕（国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 中央農業研究センター）

住 所：〒329-2793 栃木県那須塩原市千本松768

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 那須塩原事業場

印 刷：近代工房 〒324-0036 栃木県大田原市下石上1603

