

# ラクトコーダーを利用した帯広畜産大学における搾乳経験者と初心者の搾乳作業の特徴の比較

齊藤朋子・宮川繭子

(受付：2021年4月20日，受理：2021年7月23日)

Comparison of characteristics of milking work for beginners and experienced milkers at Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine using a lactocoder

Tomoko SAITOH, Mayuko MIYAKAWA

## 摘 要

帯広畜産大学の畜産フィールド科学センター（FSC）において、主に大学公認サークルである「うしぶ。」の部員が搾乳作業で重要な役割を果たしている。毎年サークルに入部を希望する1年生は、搾乳経験が浅いことが多い。そのため、1年生と上級生の間には、搾乳経験に大きな差がある。搾乳経験の差は、搾乳作業や生産される乳量に影響を与える可能性がある。本研究は、ラクトコーダーを用いて、1年生と上級生のそれぞれの搾乳の特徴を示すこと、ならびに1年生と上級生を比較することで搾乳経験の差が搾乳作業に与える影響を明らかにすることを目的とした。実験は、2016年7月から9月に、帯広畜産大学FSCの搾乳パーラーで行った。部員を、上級生10名と1年生12名に分け、測定データ数が上級生と1年生で同数になるように測定日を設定した。搾乳時には、ラクトコーダーによる計測と、計測対象となったウシとそのウシの搾乳者の、目視による行動観察とビデオ撮影を行った。正常に計測されたのべ108頭の搾乳データを利用した。ラクトコーダーによる判定と、ラクトコーダーから得られた乳流曲線と、行動観察の記録から、得られた搾乳データを正常、バイモダリティ、バイモダリティ疑いあり、ライナースリップ、再搾乳の5種類に分類した。正常以外の搾乳は上級生と1年生の両方で発生しており、正常な搾乳は上級生において割合が高かった。平均総乳量（kg）には1年生と上級生と有意な差がみられなかったことから、生産量という点からでは、1年生は上級生と差はなかったことが明らかとなった。しかし、搾乳前作業を4つに分け、プレディッピング、前搾り、乳頭洗浄、ユニット装着の平均時間（秒）を上級生と1年生で比較した場合、搾乳前作業にかかった時間では、すべての項目で1年生が上級生に比較して有意に（ $P < 0.05$ ）長かった。

**キーワード：**ラクトコーダー，搾乳技術，初心者，上級者，比較

## 緒 論

### 1. 大学公認サークルである「うしぶ。」の特徴

帯広畜産大学の畜産フィールド科学センター (FSC) において、1日2回の搾乳作業は、主に大学公認サークルである「うしぶ。」の部員が担っている。そのサークルには毎年5月に、1年生が入部する。1年生は搾乳経験が浅いことが多い。そのため、経験豊富な上級生(2年生および3年生)が、搾乳技術を指導する。1年生への技術指導は、最初は特別管理牛舎で行われる。しかし搾乳パーラーでは、ウシの真後ろから搾乳し、乳頭洗浄機を用いた乳頭洗浄を行うなど、特別管理牛舎の搾乳とは異なる点が多い。そのため、搾乳経験の浅い1年生は、正確に前搾りやユニット装着を行うことができないことがある。上級生は、搾乳パーラーではそのような点を重点的に指導することとなる。

入部後翌年1月に辞令交付を受けるまで、搾乳パーラーでは1年生は実習生として扱われる。搾乳に関するすべての作業が自分一人で行えるようになり、辞令交付を受けると、上級生と同じ作業を行えるレベルに達したとみなされる。しかし、1年生と上級生の間には、搾乳経験に大きな差がある。搾乳経験の差は、搾乳全体の作業や生産される乳量に影響を与える可能性がある。そのため、上級生は5月に入部した搾乳経験の浅い1年生にFSCの搾乳技術を伝授しなければならない。

このような1年生と上級生の間の経験の差は、搾乳前作業で明確になると考えられる。搾乳前作業とは、プレディッピングからユニット装着までを指し、特に前搾りからユニット装着までの時間が重視される。前搾りからユニット装着までは、60秒から90秒程度で行うとされる。それより早すぎる場合、オキシトシン分泌が十分にされていないため、過搾乳となる。また、それより遅すぎる場合、オキシトシン分泌が低下してからの装着となるため、乳流が低下し、搾乳時間の延長につながる(河合ら2014)。

搾乳パーラーでは、乳房が高いウシや、乳頭が短いウシなど、搾乳しづらいウシがいる。そのようなウシに対

して、1年生は正確に搾乳前作業ができない可能性がある。そのため、前搾りからユニット装着まで時間がかかり、搾乳時間が長くなることが予想される。1年生と比較して経験を積んだ上級生は、搾乳前作業を含む全ての搾乳作業において正確に作業できていると考えられ、搾乳時間も短くなると予想される。

### 2. ラクトコーダーについて

ラクトコーダーは、搾乳作業や搾乳環境に影響を与えることなく、精密な乳流量測定が行える装置である。専用ソフトを利用し、測定したパラメータから乳流量曲線を作成することが可能で、搾乳前作業の不足、過搾乳などのヒトの搾乳作業の欠陥や、エア漏れ、真空損失などの搾乳機械の欠陥を視覚的に明確にすることができる。

さらに、乳流量曲線を描くために多くのパラメータ(総乳量(kg)、最大乳流量(kg/分)など)を測定している。その測定結果を利用することで、客観的に、搾乳者の搾乳作業の特徴を容易に明らかにすることができる。

ラクトコーダーで測定可能な人為的なエラーの例として、乳流量曲線に現れるバイモダリティがある。乳流量曲線は、乳流上昇段階、乳流一定段階、乳流低下段階に分けられる。バイモダリティとは、泌乳開始から間もない、乳流上昇段階で起きる一時的な乳流低下のことである(ラクトシステム株式会社, 2021)。搾乳前作業で、乳頭に十分に刺激を与えなかった場合や、搾乳前作業からユニット装着までのタイミングが不適切な場合、このようなバイモダリティが発生する。また、乳流量曲線において、搾乳の後半で乳流が全く見られない場合、過搾乳を示す。過搾乳状態が続くと、乳頭口が傷つき、乳房炎のリスクが増加する。

これまで、ラクトコーダーは、大規模な牛群での実験に用いられてきた。たとえば、LeeとChoudhary(2006)が、6600頭のホルスタイン種乳牛を対象に、様々な泌乳能力パラメータとそれらの関連を調査した実験を行った。その方法は、乳量、搾乳スピード、搾乳時間、電気伝導度などのパラメータの特性を比較するというものだった。結果として、搾乳前作業を適切に行い、全ての

乳区の搾乳が同時に終了することで、搾乳効率が向上し、乳房炎の発症を低減できることを明らかにした。また、Strapak ら (2011) は、ラクトコーダーで測定したホルスタイン種泌乳牛の乳流量の特性と、産次、泌乳ステージとバイモダリティを評価することにより、搾乳特性を明らかにすることを目的とした実験を行った。このようにラクトコーダーは、酪農現場での搾乳作業の改善への利用だけでなく、研究用の計測器としての利用も可能である。

### 3. 本研究の目的

本研究は、ラクトコーダーを用いて、1年生と上級生のそれぞれの搾乳作業の特徴を示すこと、ならびに1年生と上級生を比較することで、搾乳経験の差が搾乳作業に与える影響を明らかにすることを目的とした。

また、ラクトコーダーで収集したデータは、適切でない搾乳作業の特徴や改善すべき点を、搾乳経験が浅い1年生でも理解しやすいように示すために利用できる。これは、1年生の速やかな技術向上に役立つ可能性がある。さらに、搾乳経験が浅い1年生が、パーラー搾乳に参加する時点で十分と考えられるレベルの技術を取得できているかどうかを、客観的に示すこともできると考える。もし、不足している点があるとしたら、その点を上級生が1年生に技術を指導する際に生かすことが可能であろう。それらは、搾乳時間の短縮、ウシへの負担軽減などにつながり、最終的にサークル全体の搾乳技術向上の一助となるだろう。

## 材料および方法

本実験は、国立大学法人帯広畜産大学動物実験等に関する規定に基づく、動物実験委員会による審査、承認を受けて実施したものである（届出番号：届 28-40）。

### 1. 実験場所および調査対象

実験は2016年7～9月に、帯広畜産大学FSCの搾乳パーラー（10頭ダブルパラレルパーラー）で行った。サーク

ル部員全員を上級生（2年生および3年生）10名と1年生12名に分け、測定データ数が上級生と1年生で同数になるように、搾乳者にあわせて測定日を設定した。

### 2. ラクトコーダー

型番 28357、型番 27275 の2台のラクトコーダー（スイス WMB 社製）を実験に用いた。測定日の15時30分の搾乳パーラーの搾乳機械の殺菌前に、搾乳ポイント1と搾乳ポイント11にラクトコーダーを設置し、殺菌と洗浄を行い、夕方の搾乳時に測定した。設置場所は、ロングミルクチューブとメモラックの間とした（図1）。測定後、搾乳パーラーのライン洗浄と同時にラクトコーダーも洗浄し、洗浄終了後回収した。

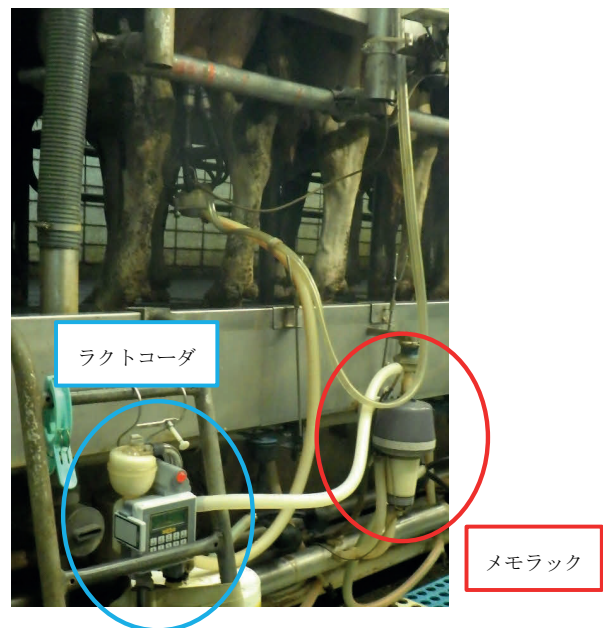


図1. ラクトコーダーの設置状況

### 3. 目視による搾乳者とウシの行動観察

記録内容は、日付、搾乳ポイント（搾乳ポイント1または搾乳ポイント11）、搾乳者、搾乳されているウシの個体識別番号、隣のポイント（搾乳ポイント2もしくは搾乳ポイント12）の牛の個体識別番号を記録した。また、搾乳ポイント1つごとに1人の観察者が、プレディッピングを開始してから4本すべての乳頭にディッピング液をつけ終わるまでの時間、前搾り開始から終了までの時

間、乳頭洗浄機（オリオン社製）を使用しての乳頭洗浄もしくはタオルを用いた乳頭清拭の開始から終了までの時間、ミルカー装着開始から装着完了までの時間、ポストディッピングが終了し搾乳終了した時間を記録した。

#### 4. 統計解析

上級生と下級生の差を t 検定を用いて検定し、解析には SAS Enterprise Guide 7.0 を用いた。

### 結果および考察

#### 1. 収集されたデータ

のべ 125 頭のウシ（平均産次  $2.4 \pm 1.6$ 、平均泌乳日数  $201.1 \pm 120.4$ ）の搾乳データを収集した。そのうち、搾乳機械の不備（オーバーフロー：8 頭）、上級生と 1 年生が同じ牛の搾乳前作業をした場合（2 頭）を除外した。また、ラクトコーダーは、電源を入れてから 30 分経過すると、自動的に電源が切れる。それによってデー

タ測定が途中で強制終了した 7 頭の搾乳データを除外した。したがって、分析には、正常に測定されたのべ 108 頭の搾乳データを利用した。内訳は上級生が 48 データ、1 年生が 60 データであった。

得られた搾乳データは、ラクトコーダーによる判定と、ラクトコーダーで得られた乳流量曲線と、目視による行動観察の記録から、搾乳データを 5 種類に分類した。その分類は正常、バイモダリティ、バイモダリティの疑いあり（以降疑いありとする）、ライナースリップ（以降 LE とする）、再搾乳とした。各分類の定義を表 1 に示した。

#### 2. 上級生と下級生の比較

上級生と 1 年生の行動観察による記録から得られた搾乳前作業にかかった時間を図 2 に示した。搾乳前作業を 4 つに分け、プレディッピング、前搾り、乳頭洗浄、ユニット装着の平均時間（秒）を上級生と 1 年生で比較した。搾乳前作業にかかった時間では、すべての項目で 1 年生が上級生に比較して有意に ( $P < 0.05$ ) 長かった。

表 1. 搾乳データの分類基準

分類	基準
正常	ラクトコーダーによるバイモダリティとライナースリップ (LE) の判定がなく、再搾乳もなく搾乳が終了した場合。
バイモダリティ	ラクトコーダーがバイモダリティと判定した場合。
疑いあり	ラクトコーダーはバイモダリティと判定しなかったが、乳流量曲線には測定開始直後乳量の上昇中に一時的な乳流量の減少がみられた場合。
LE	ラクトコーダーがライナースリップと判定した場合。
再搾乳	牛がユニットを蹴り落として再搾乳になった場合と、自動離脱後搾乳者が搾り残りを確認し、再搾乳が必要と判断した場合に再度ユニット装着し搾乳した場合。

※分類はラクトコーダーの判定を優先した（疑いありと LE が両方生じた場合、LE と分類した）。バイモダリティと LE が合わせて判定された場合はバイモダリティに分類した。これは、LE は機械とウシが原因で起こるとされる一方で、バイモダリティは搾乳前作業が不十分であることで発生し、特にヒトが原因で起こるとされているためである。本研究ではヒトに注目したため、バイモダリティと LE が両方判定された場合はバイモダリティに分類した。

上級生と1年生のラクトコーダーによる乳流量曲線と搾乳者の行動観察による記録からみた搾乳の分類の発生数と割合を表2に示した。上級生のバイモダリティと疑いありは合わせて12.5%発生しており、一方で1年生のバイモダリティと疑いありの合計は25.3%発生しており、1年生の方が多く発生していた。再搾乳は、上級生で20.8%、1年生で16.7%発生しており、上級生の方が多く見られた。これには、ヒト、ウシ、機械などの要因

が関係していると考えられるが、本研究では要因を明らかにすることはできなかった。特に、再搾乳には、正常にユニット離脱した後、搾乳者が残乳を確認し、再搾乳が必要と判断し再搾乳した場合が含まれている。そのため、ヒトの要因として、上級生のほうが、再搾乳が必要であると判断でき、一方で、1年生は再搾乳しなければいけないウシを見逃していた可能性が考えられた。

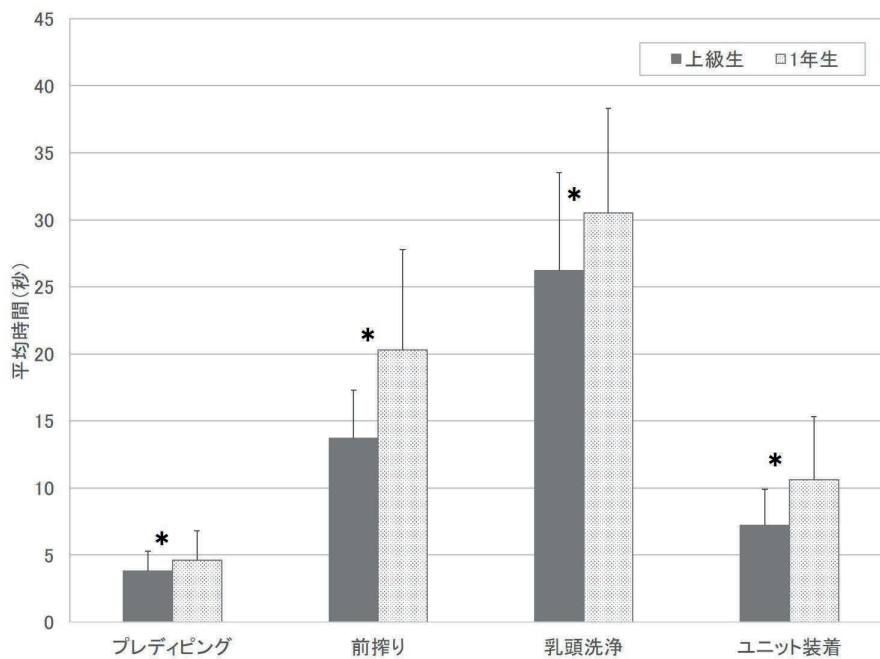


図2. 上級生と1年生の搾乳前作業にかかった時間

\*上級生と1年生の間に有意差あり (P<0.01)

表2. 乳流曲線からみた搾乳の分類

	上級生		1年生	
	n	%	n	%
正常	30	62.5	31	51.7
バイモダリティ	4	8.3	8	13.3
疑いあり	2	4.2	9	15.0
LE	2	4.2	2	3.3
再搾乳	10	20.8	10	16.7
合計	48	-	60	-

3. ラクトコーダーの測定結果

ラクトコーダーによる各フェーズの乳量の測定結果を

図3に、各フェーズの平均時間を図4に示した。どの項

目においても、上級生と1年生で有意な差はなかった。

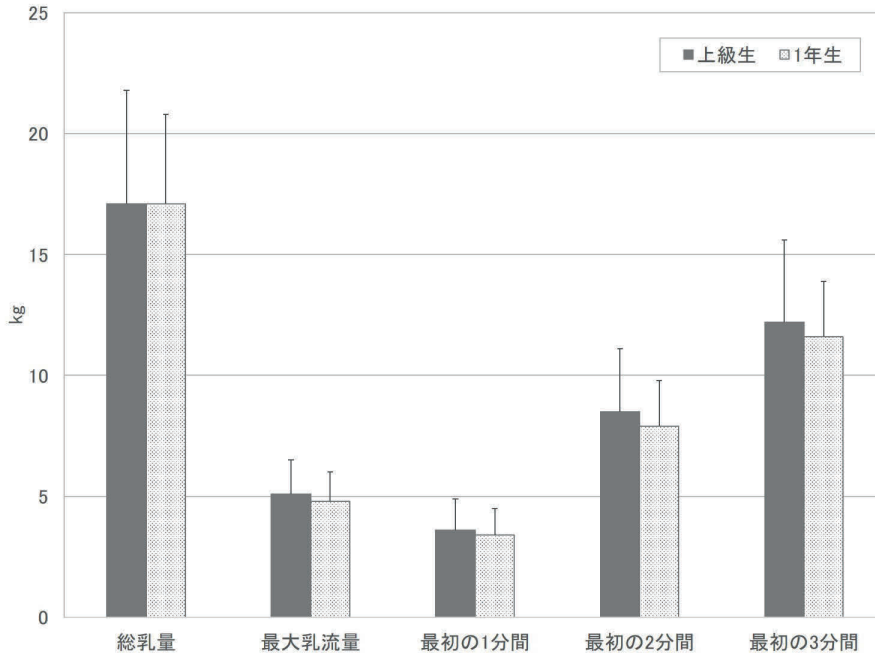


図3. ラクトコーダーによって測定された各フェーズの乳量 (kg)

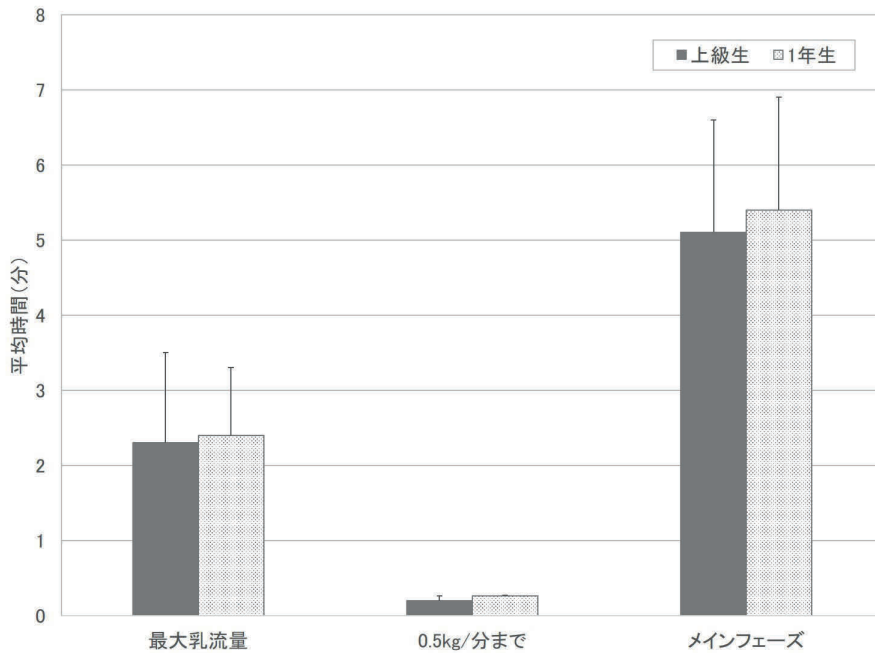


図4. ラクトコーダーによって測定された各フェーズの時間 (分)

メインフェーズとは、乳流量曲線で 0.5kg/分以上になった時点から 0.2kg/分以下となる時点までを指す (Strapák ら, 2011)。

#### 4. 総合考察

行動観察の結果より、搾乳の前搾りからユニット装着までの平均時間(秒)の平均は、上級生で  $47.1 \pm 1.0$  秒、1年生で  $61.4 \pm 14.0$  秒であり、1年生が有意 ( $P < 0.01$ ) に長かった。前搾りからユニット装着までは、60秒から90秒程度で行うとされるため、1年生が、搾乳作業が適当であると考えられた。しかし、最大乳流量 (kg/分) などの結果から乳流量の結果を比較すると、本研究で調査した牛群では、上級生のほうが、搾乳前作業が適切であったと考えられた。

サークル1年生は、調査時には、入部から3か月から4か月程度であったが、平均総乳量の結果から、生産面では、上級生と同等であると考えられる。

前搾りにおいて、所要時間は1年生が長い前搾りの乳頭刺激が十分であるにみえる。しかし、Wattersら(2012)は、搾乳手順を評価するための新しい要因として、最初の2分間の乳量(kg)をあげており、それにおいては有意ではないものの上級生が1年生より多かった。そのことから、上級生は、前搾りにかかる時間が短くても、正確に前搾りによる乳頭刺激ができていたと考えられ、搾乳作業を的確に行っていたことが示唆された。

搾乳パーラーでの搾乳において、生産面では、1年生は上級生と同等のレベルに達していることが本研究では示された。しかし、搾乳効率の面では、上級生による指導が不足していた可能性が示唆された。これは特に、ユニット装着について、搾乳パーラーでは、乳頭同士が近いウシや乳房が高いウシなど、ウシの乳房の形状のバリエーションが広く、ユニット装着がしづらいウシが存在したためと考えられた。本研究での測定時点では、1年生は入部から3か月から4か月程度経っていたが、搾乳パーラーでの搾乳は、2か月程度しか経験していなかったため、実験期間では搾乳パーラーでの搾乳作業に十分慣れていなかったと考えられる。

また、本研究においては、測定対象のウシの産次やDIMを指定できなかった。そのため、ヒトとウシの要因を分け、正確にヒトの要因だけを測定することはできなかったため、さらなる研究の余地が残された。さらに、

本研究では含めなかった電気伝導度の分析や、乳サンプル採取による乳成分の分析などにさらに詳細な分析を行えば、1年生と上級生の違いをより明確にできると考えられた。

#### 参考文献

- Lee D.H., Choudhary V. 2006. Study on Milkability Traits in Holstein Cows. Asian-Australasian Journal of Animal Science. 19:309-314
- 河合一洋, 大林哲. 2014. MASTITIS CONTROL II. pp63-80. 十勝乳房炎協議会, 北海道
- Strapák P., Antalík P., Szencziová I. 2011. Milkability evaluation of Holstein dairy cows by Lactocorder. Journal of AGROBIOLOGY. 28:139-146.
- Watters R.D., Schuring N., Erb H.N., Schukken Y.H., Galton D.M. 2012. The effect of premilking udder preparation on Holstein cows milked 3 times daily. Journal of Dairy Science. 95:1170-1176
- ラクトシステム株式会社. 2021. 測定データ事例 - 人為的なエラー例. 石川県. 2021年2月8日. <http://www.lactocorder.jp/index.php?m=4-2>

#### Abstract

At the Field Center of Animal Science and Agriculture (FSC) of Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, members of the university-approved circle "Ushibu" play an important role in milking work. First-grade students who wish to join the circle every year often have little experience in milking. Therefore, there is a big difference in milking experience between first graders and seniors. Differences in milking experience can affect milking operations and milk production. This study uses a lactocorder to show the characteristics of milking operations in first

and senior graders and to clarify the effect of differences in milking experience on milking work. The experiment was conducted from July to September 2016 at the milking parlor at FSC of Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine. The members were divided into 10 senior students and 12 first graders, and measurements were taken so that the number of measurement data was the same for senior students and first graders. At the time of milking, the cow's milk flow was measured by the lactocoders and the students were visually observed and recorded. Data of a total of 108 cows measured correctly was used. The milking data obtained was classified into 5 types of normal, bimodality, suspected bimodality, liner slip, re-milking. The classification was made from 4 point of view (the measured data by the lactocoder, the milk flow curve obtained from the lactocoder, and the record of behavioral observation). Non-normal milking occurred in both senior and first graders, with normal milking was predominant in seniors. Since there was no significant difference in the average total milk yield (kg) between the first graders and the senior students, it was clear that the first graders were not different from the senior students in terms of production volume. However, the time was significantly longer in the first grade than in the senior grade ( $P < 0.05$ ) when the pre-milking work was divided into four, and the average time (seconds) for pre-dipping, pre-milking, nipple cleansing, and unit attaching and compared between senior and first grade students.

**Keywords:** lactocoder, milking technic, milking operator, experience, comparison