

乳用種雄牛評価モデルの変更等 について



独立行政法人 家畜改良センター改良部 情報分析課
改良技術専門役 萩谷功一

1. はじめに

家畜改良センターの萩谷と申します。よろしくお願ひします。

今日お話しさせていただく内容なのですが、まずは2010年の遺伝評価の変更点についてということで、泌乳形質への検定日モデルの導入について。それから泌乳持続性。最近、2008年から始まった新しい形質なのですが、この評価方法の変更について。それから、5年に一度の遺伝ベースの変更について。それから、総合指数の重み付けの変更について。2産以降の体型審査記録を利用した雌の遺伝評価について。2産以降の分娩（ぶんべん）難易記録を利用した分娩難易評価予測値の公表について。そのほかの話題として、ゲノム情報を利用した遺伝評価について。それから、インターブルの会議などで話題となっていたことについてお話しさせていただきます。

本題に入る前に、聞きなれない用語が出てくるかと思うので簡単に紹介しておきます。

1) 検定日モデル

これはテストディモデルともいうのですが、305日の記録ではなくて、毎日の検定記録をそのまま使って遺伝評価をする方法です。

それに対して乳期モデル、これは305日の記録から遺伝評価をする従来の評価方法です。

2) 遺伝能力曲線

これは正式な用語というよりは、何か名前があったほうが呼びやすいので、このような名前では今日は説明をさせていただこうと思うのですが、牛ごとの泌乳曲線の実際に搾った乳量ではなくて、遺伝的能力です。遺伝的に持っている泌乳曲線のことです。

3) 信頼度

これは遺伝評価値の信頼性を表す数字です。0から99。数字が高いほど評価の信頼性が高いことを表します。

4) セカンドクロップ

これは種雄牛を一般供用してから4年たって、娘のデータがドッと上がってきます。そのことを指します。

2010年－I、2月23日公表分の遺伝評価についてなのですが、ちょっと公表日前なので、あまり具体的な数字までは言えないのですが、かなり大きく変わります。ランキングがものすごく変動します。これは評価モデルを変えたこと、それからNTPの重みが変わって、新しい形質なども増えている、そのようなことが影響します。それともう一つなのですが、評価モデルが変わってデータ採用が早くなった関係で、今回はセカンドクロップの牛が多く出てくるということもあります。

今までうちのほうでは、ランキングは極力変動しないように、最初から正確な評価をしてやれば動かなくなるということなのですが、なるべく動かないように工夫してこつこつやってきたのですが、今回はかなり大きく動いてしまいます。

それと、データの採用が早くなったことで、例年よりも新規種雄牛が多く登場しそうです。ただ、これはまだ公表前の段階で、新規牛が結構上位に来ているのは確認しているのですが、その中

にも売る牛、売らない牛というのが当然出てきて、精液性状が悪かったり、あるいは数字は高いのだけれども、どこか特別な欠点があって売ろうと思わないとか、そのようないろいろな事情があって売らない牛も出てくるので、現段階での話です。

それから、種雄牛1頭1頭の遺伝的な能力が、プラス何キロとかマイナス何キロというだけではなくて、泌乳曲線で表されるようになります。

それから、評価方法の変更に伴って、今まで赤本には経過中記録率というものを載せていたのですね。これは305日搾ったものがどのくらいで、まだ検定中のものがどのくらいいるかという表示だったので、それが305日の記録を使わなくなるので、今回からは平均記録数と表すように変わります。

評価を変更するに当たって、どのような流れで変えられているかという話なのですが、今回の検定日モデルの導入を例にとると、大体、導入の準備を始めたのは2007年ぐらいです。2007年、8年、9年まで分析を続けて、うちのほうで開催しているアニマルモデル評価技術検討会、これは全国から研究者のかたに集まっていたいて開催しているのですが、ここで2009年の春、3月、新

しい検定日モデルの導入についてアドバ
イスをいただいたり、良否を検討しても
らうのですけれども、導入してもいいだ
ろうというような了承をいただきました。

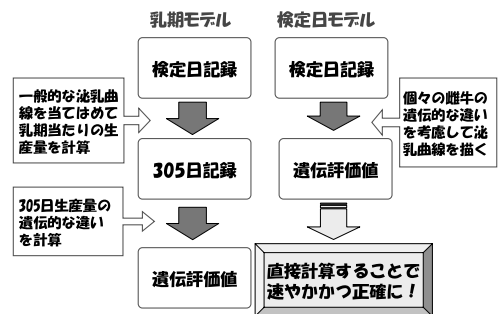
それを受けて2009年の夏、6月それか
ら7月に2回開催したのですけれども、
後代検定技術検討会というものが開かれ
まして。これは、今度は研究者のかたで
はなくて、関係団体とか生産者のかたが
含まれている会議です。そこで正式に導
入してもいいというような了解をいただ
きました。

本来であれば、ここまでで導入になる
のですけれども、今は国内だけで収まら
なくて、インターブルという国際評価に
日本も参加していますので、泌乳形質の
場合は国際評価形質に該当するので、イ
ンターブルのチェックも受けなければな
りません。これが2009年の9月です。9
月にデータを送って、チェックしてもら
いました。結果が返ってくるのが10月か
ら11月なのですけれども、「大丈夫だよ、
国際評価にも使えるよ」というお墨付き
をいただいて、ようやく2010年の今回、
導入するということになっています。で
すから、最初にアニマルモデル検討会で
了解をいただいてから大体1年ぐらいか
かって、ようやく導入できるというよう
な流れになっています。

2. 検定日モデル

まず、検定日モデルについて簡単に説明
させていただきますと、先にこちらですね。新
しい検定日モデルのほうなのですけれど、
牛群検定で上がった記録をそのまま遺伝評
価に使います。その過程で1頭1頭の泌乳
曲線、雌牛1頭1頭違うというのは皆さん
ご存じのとおりだと思うのですけれども、
その違いを考慮して遺伝評価値を計算して
やるという方法です。

それに対して従来の方は、検定日の記
録から1回305日の記録に作り替えてやり
ます。これをする段階で、大体検定日は毎
月1回なので10回ぐらいあるのですけれど
も、その10回ぐらいそろっているものにつ
いてはかなり正確に推定できるのですけれ
ども、検定途中の場合は一律同じような泌
乳曲線を当てはめて予測するということにな
っています。そして、その数値を使って
遺伝評価を計算してやるという流れです。



これは海外の導入状況なのですけれども、
2009年の段階でヨーロッパが中心でしょう

か。一番最初はカナダでした。そのあとがドイツだったのですけれども、今ではイギリス、イタリア、オランダ、チェコ、北欧の3カ国。それからニュージーランド、ポーランド、スイスという辺りが最新の検定日モデルを導入しています。

あと、ここは括弧をして母数回帰と書いてあるのですけれども。検定日モデルではあるのですけれども、そのやり方が従来の方法と最新のやり方の、中間的なやり方ですね。南アフリカ、それからスロベニアあたりは、この中間の方法を使っています。スイスなどはいったん、この中間のやり方を使ってからこちらに移ったので、この辺も恐らく2段階で移っていく、その過程にあるのではないかというように思います。

一方で、従来の乳期モデルを使っているところは、アイルランド、アメリカ、オーストラリア、スペイン、ハンガリー、フランス、日本といったところです。

1) この検定日モデルは、どのようなところがよくなるのかという話です。

(1) まず1点め。先ほど従来の方法では、検定日記録から305日記録を予想するという話をしたのですけれども、これはまだ検定途中の場合は、例えば5回だったら真ん中辺ですね、残った分は予測するということになります。この予測はどのような方法をするかという

ますと、一般的な泌乳曲線、平均的に、例えば5回めの検定記録が25キロだったなら、残りは何キロですという、そのような当てはめ方をしていたのです。ですから、特に乳期が長いような、泌乳曲線がフラットな牛とか、逆に急激に落ちてくるようなやつ、そのようなものは予測がうまくいかない場合があります。今度は1頭1頭、その泌乳曲線が違うのだということを仮定して計算をするので、その分のロスがなくなります。一般的ではないような泌乳曲線を描く雌でも、正しく評価されるということになります。

(2) もう1点、今までは305日の記録というのが一つの単位でした。ですから計算した結果も、プラス1,000キロ、プラス2,000キロというような感じで、305日の乳期単位で表されていました。今度はそうではなくて、検定日単位で出てきます。毎日、5キロだの6キロだのという数字になって出てきます。

それを毎日取ってグラフにしたのが、これですね。ここのグラフなのですけれども、これはベース曲線といいまして、平均するとゼロなのです。北海道の26カ月齢4月分娩の平均的な曲線をベースとして表して、そこからの差として書いてあるのですけれども、この

ような感じで毎日の育種価として出てきます。そして、その305日を合計してやると今までと同じ、プラス1,000キロ、プラス2,000キロというような乳期単位の数値で表すことができます。

(3) もう1点、おまけと申しますか、評価を変更するときに、何というのか、自然と変わる点なのですけれども。今まで305日を計算するためには、雄では5回立会、雌では3回立会というのが条件でした。少なくとも5回なり、3回なりという記録がないと、305日の記録がきれいに予測できないというような事情で、そのような基準があったのですけれども、今度はこれを予測する必要がありません。1回でも検定を受けていれば評価ができるということになります。ですからその分、雌は今まで3カ月たないと評価に採用されなかったものが、1回めのデータから採用されるということで、雌も雄も評価の成績が判明するのが少し早くなります。

ここまでをまとめると、まず検定日モデルのメリットとしては305日の記録を予測する必要がないので、そのような誤差が影響しない。評価の精度が上がります。それから泌乳曲線を1頭1頭表すことができます。遺伝的能力曲線と呼んで

います。そしてもう一つ、初回の記録から使えるので育種価の判明が早まるということがあります。そして、これはおまけですけれども、305日の記録を持たない雌、途中で検定を飛んでいたりしても評価値が計算されるようになります。

2) 今度はデータの採用に関することです。厳しくなる点と緩くなる点と、両方あります。

(1) まず、今までは初産、必ず記録があるということを条件に、1産から5産までデータとして使っていました。検定日モデルでは、これが1産から3産までになります。これはデータの量とか、そのようなことも都合としてあります。

そして、今度は新しく乳量、乳脂量、蛋白(たんぱく)量、SNF量、これが全部そろったものだけが使われます。そろっていないものは大抵古い記録なので、それほど、どちらでも影響はないかと思うのですけれども。これは今まで305日で1記録だったものが、検定、1回の乳期中に10記録ぐらいになるのですね。データとしては今までの10倍になります。そうすると、今まで600万件のデータを使っていたのですけれども、6,000万件のデータになって、ものすごく容量が大きくなってし

まいます。これまではばらばらに、それぞれ今までは作っていたのですけれども、そうすると6,000万件のデータが幾つもできる。それだけでもう7ギガも8ギガもというデータなので、読み書きだけでものすごく時間がかかってしまいます。そのような都合があって、全部ファイルをまとめようということで、ちょっと作業上の都合で全部そろっているものだけというように変更させていただきました。

(2) そしてもう一つは、毎日の記録、中には乳脂率10%、15%という記録が出てきます。これは本当にそのように高いものと、間違えているものと両方含んでいると思うのですけれども、一切制限をかけずに計算をすると計算はうまくいきませんでした。それで9%、それから蛋白で7%以上というのは、正しいものもあるのでしょうかけれども、間違いが圧倒的に多いだろうということで、これはちょっと削除させていただきました。この辺が、条件が厳しくなった点です。

(3) もう一つ、遺伝評価というのは、同期の同じ条件で飼われている牛と比較するというのが基本です。その比較の対象が、今までは同じ産次、初産なら初産で同じ年に分娩したというのが条

件でした。ですから、牛群の規模がそれほど小さくなくて、初産の牛が去年1頭しか分娩しなかったなどという場合には、評価の対象になりませんでした。それが今回からは条件が変わって、同じ日に搾ってさえいれば、2頭以上搾っていれば評価に使えるということになります。この点で圧倒的に、今までよりも評価に使えるデータが増えました。今までは検定回数5回以上、雌は3回以上だったのですけれども、今回からは1回めからどんどん使われます。

(4) そしてもう一つ、今までは条件として、乳期が終わった段階で240日以上搾ったものだけが評価に使われていました。例えば検定途中で使われていても、終わってみて240日に達しないので230日ぐらいで終わっていたりすると、その記録は除外されていました。今回からはそのようなことはなく、全部の記録を使います。

これが、条件が緩和された点ですね。差し引きでどうなるかといいますと、後者の影響が大きくて、圧倒的にデータとしては増えます。評価値を持つ雌としては増えてきます。

ただ、公表についてはちょっと条件をつけなければいけないということで、

少し変わっている点があります。今までは雄の場合、立会検定5回以上した娘牛が10牛群15以上というのが条件でした。今度からは搾乳日数、90日以上搾っている雌牛が10牛群15頭以上というようになります。ですから公表が、少しだけ早くなりますね。雌の場合は、評価値を持つのは今まで3回以上でないと評価値自体を持たなかったのですが、今度からは検定1回以上で遺伝評価値が計算されてきます。ただし、上位のランキングは検定を1回でも受けた雌をランキングするものかどうかという点で、ある程度条件をつけました。62日以内に記録を1件以上持っている、さらに90日以上搾乳していることというのが、その条件です。

今度は評価した結果です。どうなったかといいますと、まず娘牛の数です。これは横軸が乳期モデル、今までの評価。縦軸が検定日モデル、新しい評価です。今は大体、後代検定を終わった牛、50頭ぐらい娘がいるのでそこを見ていくと、大体この軸よりもちょっと上になっていますね。平均で54、55頭になっているのでしょうか、平均で、1割から2割、データとしては増えてきます。これはタイミングによって、今、2月は後代検定がちょうど終わっている

時期なので10%ぐらいだし、8月だともっと多いということになります。

3) 今度は信頼度です。横軸が娘牛の数ですね。これは今までの乳期モデルの場合の雌牛の数をベースにしています。縦軸が信頼度です。また50頭ぐらい娘がいるところを見てみましょうか。このグレーの点が今までの乳期モデルの信頼度、この黒い点が新しい検定日モデルの信頼度なので、50頭のところを追っていくと、今までの評価でいくと85%ぐらいでしょうか、平均で。それが今度の評価では90%近くになって出てきます。

信頼度が上がる原因なので、まずは採用データが増える、娘牛の数が増えます、先ほど言いましたように。それで信頼度も上がってくるということがあります。あとは、今までは乳期当たり1記録だったので、今度は10記録ぐらいになってきます。このような記録が増えることで信頼度が上がってくるということもあります。もう一つは評価精度が高まって、遺伝率も今回はちょっと高くなります。今まで0.32ぐらいだったのですが、それが0.48とかなり上がってきて、その関係でも信頼度が上がってきます。

これが実際の数値です。今回はまだ公表前なので牛の名前は出していません。

数字だけ出しています。2009-Ⅲ、一番上を見ましましょうか。乳量で2,136キロだったものが、今回1,711キロになっています。これは一見、下がっているように見えるのですが、今回ベースの変更がありまして、それで大体600キロぐらい低く表されます。この差を見ると400キロぐらいですね。ですから、これは数値としては小さくなっているのですが、そのベースで600キロ変わっていることを考えると、むしろ数字が上がっているぐらい、200キロぐらい高くなっているという見方になります。

その隣の信頼度は、88%だったものが89%。ちょっと上がっていますね。57頭だった娘牛が60頭に。というように信頼度とか娘牛数は大体ほかのところを見ても増えてきます。一番大きいのはここでしょう。78%だったものが84%になる。

それで、数値も大体600キロぐらい下がるのですが、この牛も500キロぐらいですか。下のほうだと800キロぐらい下がっているものもあります。このような感じで、ベースの変更を考えても、考慮しても、やはり数字は200キロ、300キロ上下に動いているというような状態です。ふだんであれば、この前回の評価と今回の評価の相関というのは0.99以上、ほとんど1に近いのですが、今回

は0.96ぐらいでした。ですから、ふだんに比べると、かなりランキングが変わるということになります。

4) これが遺伝能力曲線です。2009-Ⅲの段階での上位5頭、これについて曲線で表しました。これがベース曲線、先ほどの北海道4月分娩26カ月齢の曲線です。

これと比べたら分かるのですが、共通して言えるのは、上位5頭ともこの曲線と比べると落ち方が、緩やかになっています。

それと一緒に、新しく平均記録数というものが表示されるようになります。これは一番少ないもので4。いくつだと思います。多いものになると30近くまで、初産で10回、2産で10回、3産で10回になると、30回ぐらいまでいきますね。途中で移動していたりなどすると11回というものもあるので、雌牛では記録を31持っているなどというものもありますけれども、平均4から6回のときはまだ雄牛が出たばかりで、ほとんどの娘牛が乳期の途中です。このような場合には次の評価で、この曲線の形が変わってくる可能性があります。これは注意していただきたいと思います。7以上になると、半分以上は乳期が終わっているということで、ある程度安定していると思います。

これはうちの改良センターのホームページです。今度、このような感じで牛の成績を載せているのですけれども、ここに新しく泌乳曲線、遺伝能力曲線を載せようと思っています。

このような感じですね。供用牛についてですけれども、ベースとその牛の持っている曲線、それから泌乳持続性、乳量の育種価くらいのシンプルなものなのですけれども、このようなものを載せる予定です。

もう一つ、利用される側で牛を選んで、自由に曲線を書けるようにと思って、このような簡単なエクセルのファイルを置いておこうと思っています。最初、ここはちょっと手作業でしていただかなければいけないのですけれども、牛の番号でも名前でもいいです。何でも入れていただいて、泌乳曲線を書くための数字を三つ、これはうちのほうでどこかに置きます。できればこれをそのまま、ぱっと張りつければ使えるようなものになりたいと思っていますのですけれども、とりあえずここに種雄牛リストというものを作ってくださいかなければなりません。

そして、実際に泌乳曲線を見たい牛について、この番号、1番、2番というところだけ、この別な欄ですね。種雄牛選択欄というところに記入してもらいます。

そうすると、ここに数字を引っ張ってくるようにしてあります。その結果、このようにピックアップした、比べたい牛の泌乳曲線を描いてくれるというような、このような簡単なものなのですけれども、準備しようと思っています。

そのほかの影響と書いたのですけれども、うちのほうで予測していなかったことなのです。インターブルのテストランに、先ほど参加したということをしらっとお話ししたのですけれども、そのときに今までとちょっと違ってきた点があります。アメリカと、あるいはカナダとの遺伝相関というもの、遺伝的な似通いなのですけれども、今までは0.95だったのですね。それが0.88というように低くなります。これは恐らく、今までよりも日本の飼養環境に特化した評価になった結果なのだろうというように解釈しているのですけれども。検定日モデルを導入した国、ほかの国も同じようにこのようなことが起こっていました。ですから、しかたのない、どうしても起こることなのでしょうね。

この結果、何が起こるかといいますと、海外種雄牛の信頼度、インターブルの評価として公表される分の種雄牛の信頼度が下がります。そうすると、公表できる種雄牛の数が減少してきます。この間見

た感じでは、1割から2割は減ってきそうな感じでした。ちょっとそこら辺の海外の種雄牛の公表基準、今は信頼度で決めているのですけれども、それを下げるなり何なり、対応が必要かもしれません。

そして、種雄牛評価の安定性はどうか、ランキングは安定するのか、それともこれまでより動くのか、ということです。まず、この種雄牛評価が動く原因ですね。今回のように評価が変わった、評価のモデルが変わったというときには当然動いてしまうのですけれども、それ以外の原因です。

5) 種雄牛評価値が変動する理由

- (1) まず1番めは、データの追加。セカンドクロップのデータがドットと上がってきたときには動きます。
- (2) それから、1回採用されたデータが削除された場合。例えば初産で1万2,000キロも搾っているような雌がいたとして、それが240日に達しないうちに乳期が終わって、230何日で乳期が終わったとか、そのようなことで削除されてしまった。そのような場合に、雄牛の成績が落ちることがありました。
- (3) 三つめは、乳期中での予測が実際の乳量と異なる。これは先ほど、最初にちょっとお話ししましたけれども、

5回立会、6回立会というときに305日の予測値を使うのですけれども、泌乳曲線の形が一般的ではないとか、そのような場合には予測が当てはまらない場合があります。このようなものが多いと、やはり雄の評価も動くということになります。

- (4) それから最後に、データの修正です。血縁が修正されたとか、雌の検定のデータが修正されたということがあります。

一つめなのですけれども、これが検定日モデルになってどうなるかといいますと、条件、これについては同じです。セカンドクロップで大量にデータが入ってくるときは、ちょっとどちらのモデルであろうと避けられません。動くことはあると思います。

二つめ、今度はデータの削除の問題です。1回使われたデータが、後から何かの条件で削除された場合。これは検定日モデルになると、240日未満で削除という条件がなくなります。1回使われたデータは修正されることはあっても、このような理由で削られることはありません。ですので、評価値は安定してくるだろうというように思っています。

もう一つ、予測が外れる場合です。今度はそもそも305日の乳量の予測をしな

いので、これもよくなります。評価値の安定性が期待できる点です。

ただ、データの修正ですね。これだけはちょっと、今回しばらく修正が出てしまうと思います。というのも、今まで使っていたのは305日の記録で、それが検定日のデータになっただけでも量が10倍、間違いも10倍ということもあるのですけれども、今まで全然使っていなかったデータなのですね。今まで、導入に向けて作業している中でもいろいろ間違いを見付けて、事業団さんのほうにお願いして直してもらったということを繰り返していました。今回新しく評価が出てみってから、「うちの雌の評価が出ないのだけれども」とか、そのような問い合わせがあって初めて間違いが分かるということが、恐らく出てくると思います。この点については、ちょっとしばらくは安定が期待できない点かなというように思っています。

6) 検定日モデルについてまとめ

検定日モデルについてのまとめです。

(1) まず、種雄牛当たりの娘の数が増えます。そして、信頼度が高くなります。それから泌乳曲線、遺伝能力曲線というものを表すことができるようになります。それから評価値が判明するタイ

ミングが、今までよりも早くなります。この辺がよくなる点ですね。そして導入は今回から、2010、2月の23日公表分からです。ただし、このときには評価値が大きく変わります。前回と比べるとかなり大きく変わります。わたしも結果を見て、並べてみてびっくりしました。ちょっと胃が痛くなるぐらい変わります。最後に、当面はデータ修正があると思うので、本来の性能を発揮しないかもしれないのですけれども、それが落ち着いたら今までよりも評価の安定性は増すだろう、安定してくるだろうというように考えています。

(2) もう一つ、それに伴って今度は泌乳持続性も変わります。今までの泌乳持続性なのですけれども、検定日の記録、これは1頭1頭の雌の記録に泌乳曲線を当てはめて、1頭の泌乳曲線を書いていた。そして、そこから240日と60日の差を取って、泌乳持続性の記録を作って、それを遺伝評価していました。今度はそのようなことをしなくても、検定日の記録から評価値を計算するところで1頭1頭の曲線が出てきますので、こちらを使ってやろうというように変わります。

具体的にどのようなところが変わるかといいますと、今までは初産だけ

だったのですね。今度は1から3産の平均になります。それから、どちらがいい、どちらが悪いということではなくて、それぞれなのですけれども、今までは泌乳持続性に特化したやり方をしていました。例えば早く留まってしまった場合、後半の乳量が落ちてきて、そのような牛は不利になるということ为了避免のために、わざと10回の検定記録を使うのではなくて、8回めまで、240日以前のデータだけを使って、後半落ちてくるのが影響しないようにとか、いろいろな工夫をしていました。残念ながら、今回はそのような泌乳持続性に特化した工夫はできなくなってしまいました。そのかわり遺伝能力曲線、あの1頭1頭書かれる曲線、それと一致してきます。

今までのやり方だと、泌乳持続性評価の方法としては優れているのですけれども、泌乳曲線で見ると、よさそうに見えるのに99になってしまうとか、そのような矛盾が出てくることになります。これはどちらを取るか難しいところだったのですけれども、理解しやすいほうがいだろうということで、こちらを取りました。描かれた泌乳曲線と泌乳持続性が一致するということになります。

泌乳持続性なのですけれども、今まで、これからもなのですけれども、97から103という表示で表しています。そして今後、もちろんこの評価は残るのですけれども、この数字だけを当てにしないで泌乳曲線が出るので、遺伝能力曲線、これを見てもらえば一目りょう然かというように思います。そして、今まで初産だけだったのが1から3産になるというような違いもあって、相関はかなり低くなります。今まで103だったのに、今回は100ぐらいになってしまうというのが結構出てきます。そのような牛は本当に曲線が、後半が実は低かったという場合もあるでしょうけれども、繁殖がよすぎて損した牛も含まれています。ですから、前回数字が高かったのに今回100ぐらい低く出てきたという牛がいても、あまり、むしろそれは繁殖がよすぎて落ちた牛だったりするので、あまり嫌われないでほしいというように思っています。

7) 遺伝ベースの変更

次に、遺伝ベースの変更についてです。これは5年に1回変更しています。前回は2005年に変更して、そのときは2000年をベースにしました。今回は5年分ずら

表. 泌乳形質について予想される遺伝ベースの変化

形質	変化	形質	変化
乳量 (kg)	+585	乳代効果 (円)	+40,294
乳脂量 (kg)	+14	乳脂率 (%)	-0.09
無脂固形分量 (kg)	+46	無脂固形分率 (%)	-0.06
乳蛋白質量 (kg)	+13	乳蛋白質率 (%)	-0.06

表. 体型形質について予想される遺伝ベースの変化

形質	変化	形質	変化
体貌と骨格 (%)	+0.26	坐骨幅	+0.10
肢蹄 (%)	+0.21	後肢側望	+0.24
乳用強健性 (%)	+0.41	後肢後望	+0.36
乳器 (%)	+0.45	蹄の角度	+0.05
決定得点 (点)	+0.44	前乳房の付着	+0.52
		後乳房の高さ	+0.69
		後乳房の幅	+0.63
高さ	+0.53	乳房の懸垂	+0.30
胸の幅	+0.14	乳房の深さ	+0.36
体の深さ	+0.17	前乳頭の配置 (後望)	+0.54
鋭角性	+0.75	後乳頭の配置 (後望)	+0.45
尻の角度	+0.09	前乳頭の長さ	-0.34

注) 泌乳と得点形質の表示は推定育種価、線形形質の表示は標準化育種価

して、2005年産まれ雌牛というものをゼロに変更します。

全部一律に変わるのでランキングには影響しないのですが、数字の見た目が変わってきます。これは予想される変動量なので、評価のやり方も変わった

ので正確な数字は出せないのですが、大体乳量で600キロぐらい、乳脂量で14キロ、蛋白で13キロ低く、これは多分もうちょっと低いですね。14、5キロ実際は変わっているようです。そのような感じで、この5年間に改良された分だ

け低く表示されます。体型のほうでも乳器とか決定得点という辺り、改良が進んだ分だけ低く表示されます。ですから、これまでぎりぎりプラスだったような牛はマイナスになって出てくるということになります。一方で、成分率はこの5年間の間に結構下がっていたので、逆に高く表されます。

各形質を見ていくと、ベースの変更の分だけ数字が小さくなるということが分かるのですけれども、今回のタイミング

でNTPも変わっているの、遺伝ベースは変わったのですが、NTPの総合指数の数字自体は必ずしも低くならないということになっています。

8) 新しいNTP

新しいNTP(総合指数)は、産乳成分と体型成分だけではなくて、新たに疾病繁殖成分というものを含んでいます。ここに式がありますね。このような形です。

$$\begin{aligned} \text{NTP}_{2010} &= 7.2 \times \text{産乳成分} + 2.4 \times \text{耐久性成分} + 0.4 \times \text{疾病繁殖成分} \\ &= 7.2 \left\{ 27 \frac{EBV_{fat}}{SD_{fat}} + 73 \frac{EBV_{prt}}{SD_{prt}} \right\} + 2.4 \left\{ 15 \frac{EBV_{fl}}{SD_{fl}} + 85 \frac{EBV_{ud}}{SD_{ud}} \right\} + 0.4 \left\{ \frac{-100(EBV_{scs} - \overline{EBV_{scs}})}{SD_{scs}} \right\} \end{aligned}$$

ここで、 EBV : 推定育種価、 SD : 推定育種価の標準偏差、 fat : 乳脂量、 prt : 乳蛋白質量、 fl : 肢蹄、 ud : 乳房成分、 scs : 体細胞スコア、 $\overline{EBV_{scs}}$: 体細胞スコアの推定育種価の平均値 (ベース年生まれの雌牛)

$$\begin{aligned} \text{乳房成分} &= 0.17 \times EBV_{\text{乳器得率}} + 0.83 \times (0.18 \times EBV_{\text{前乳房の付着}} + 0.09 \times EBV_{\text{後乳房の高さ}} \\ &\quad + 0.10 \times EBV_{\text{乳房の懸垂}} + 0.24 \times EBV_{\text{乳房の深さ}} + 0.07 \times EBV_{\text{前乳頭の配置}} \\ &\quad - 0.10 \times EBV_{\text{前乳頭の長さ}} - 0.22 \times EBV_{\text{後乳頭の配置}}) \end{aligned}$$

表. 新旧NTPの重み付け

NTP	産乳成分		耐久性成分(旧体型成分)		疾病繁殖成分
	乳脂量	乳蛋白質量	肢蹄	乳房成分	体細胞スコア
NTP ₂₀₀₃	20.25	54.75	3.75	21.25	0.0
	75.0		25.0		0.0
NTP ₂₀₁₀	19.4	52.6	3.6	20.4	4.0
	72.0		24.0		4.0

- ① NTP₂₀₁₀は、国際的標準方式に従い、産乳成分、耐久性成分、疾病繁殖成分から構成される指数に変更されます。
- ② 耐久性成分は、肢蹄と乳房成分を利用して生産寿命が延長する方向へ選抜するためのものです。
- ③ 乳房成分は、従来の6形質に前乳頭の長さとは後乳頭の配置を加えることで、生産寿命を更に効率よく改良できるように変更されます。
- ④ 疾病繁殖成分は、負の重みをつけたSCSのみからなる成分であり、乳房炎の予防や乳質の改善のためのものです。NTP₂₀₁₀は、NTP₂₀₀₃よりも標準偏差が大きくなり、種雄牛間及び雌牛間の序列の差が大きく表されます。

(1) 変更点の1としては、疾病繁殖成分というものが加わります。重みとしての0.4%は小さいのですけれども、内容は今のところ体細胞スコアです。将来は泌乳持続性を含めたり、ほかの繁殖なども改善できるものを目指すとことのようにです。

今度、体型成分と今まで呼んでいたのですけれども、これは国際的にはデュラビリティーという単語を使っていて、日本語訳は耐久性ということになります。ですから、体型といいますが、共進会で強いような牛ではなくて、長命性、耐久性に優れた牛を目指すのだという意味の名前に変わるということです。そして、新たに前乳頭の長さ、それから後乳頭の配置を含んで、まるきり乳房成分の重みを変えています。

(2) もう一つなのですけれども、この掛けている数字が変わってきます。今までで4.5と1.5を足して6でした。今度では7.2と2.4と0.4を足したら10になります。つまり総合指数の大きさは、今までの6分の10を掛けた数字ぐらいに、1.5倍ぐらいに変わってくるということです。具体的には1,800ぐらいだったものが、新しい総合指数になると3,000ぐらいに表されます。1,500だったものが2,500ぐらいになってくるのですけれども、

今回の場合は同時にベース変更もあるので、結果的に1,800だったものが1,700ぐらい、1,500だったものが1,200ぐらいに出てきます。最終的なランキングを見ると、トップのほうは今までよりも数字が高くて、中間層は数字が低くなる、そのようなイメージです。

今度は2月からの変更ではないのですけれども、体型の評価も少し変えようと思っています。これだけ得点形質、それから線形とたくさん今、評価しているのですけれども、条件としては初産記録だけを使っています。

これはデータの内訳なのですけれども、雌のうち、初産記録だけを持っているものというのが大体8割です。初産と2産以降と両方持っているというのが1割ぐらいあります。そして、2産以降しか持っていない、初産の記録を持っていないというのが1割ぐらいあります。今のところは、この90%は評価値を持つのですけれども、この10%は持たないというようなことになっています。

ただ、これをちょっと変えてやろうと思っています。今までの評価はそのまま残します。ただし、今までの評価が終わったあとに、2産以降のデータを含めてもう1回評価してやって、雄の評価は従来

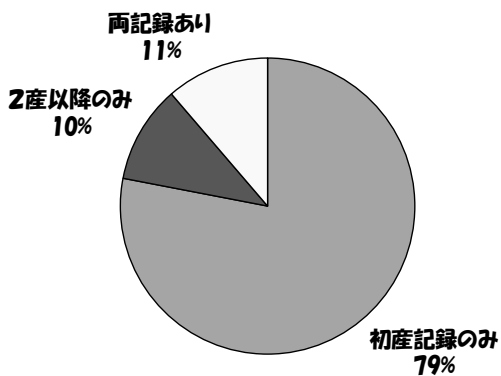


図. 体型審査記録の内訳

どおりなのだけれども、2産以降のデータを持つ雌の評価値も出してやろうというように変えるつもりです。そうすれば、せっかく体型審査、牛群審査を受けていても、今までは評価値を持たなかったのですけれども、そのような牛は初産の記録がたとえなくても遺伝評価値を持つということになります。

9) 分娩難易評価

それともう一つ、分娩難易評価です。これは今、産子の父、つける種について評価をしています。97から103という範囲で表しているのですけれども、条件としては子供の父が明らか、はっきりしている。それから、母親の品種などもはっきりしている。それから、ふたごとか死産ではない、というようなことが条件になっています。そして初産だけを使っています。

データとして上がってくるのは5区分です。5区分なのですが、この辺は人によって4をつけたり、3をつけたりというのは結構、どうしても違ってきます、感覚的に。飽くまで人数にこだわると、どんなに難産でも4以上はつけられなくなるし、というようなこともあります。スコア2と3の間に1本、線を引いて、こちらは安産、こちらは難産というように、2区分だけで評価をしています。

現状としては、せっかく分娩難易の評価をしているのですけれども、新規種雄牛、新しく出た種雄牛というのは評価値を持っていません。そして一般供用されて、それが使われて子供を分娩して初めてデータが上がってきて評価値を持つというような状態です。それに比べて海外の種雄牛は、最初から分娩難易の評価値を持っています。これはどのようなことかといいますと、エフワンですね。エフワンが影響しています。海外の雌というのは、もう未経産だろうと何だろうと、ホルスタインを交配しているところが多い。オーストラリアなどはジャージーを使っているのが多くて困っている、などという話を聞きましたけれども。日本の場合には和牛が多いですね。それでデータがなかなか上がってこないということがあります。

それで、何とかならないかということで、今までは評価値が出ない代わりに難産出現頻度というものを出していました。これは実際の娘の分娩難易を表したものです。

…… 2産以上では159件のうち、難産が2件でした。初産は5件のうち、難産はありませんでした。これで1.22%というような、実際の娘がどうだったかということを表すようにしていました。でも、できれば分娩難易の評価値が出ないだろうか、ということは何度か言われていました。それで今回、ちょっと何とかならないか、また考えてみました。

それを考えるに当たって一番最初に思いつくのは、初産だけではなくて、2産以降の記録も使ってやったらいいのではないかと。初産の分娩と2産以降の分娩と、全然違うといえば違うのですけれども、何とか使えないだろうかということを考えました。実際、全体の記録を見ると、半分は記録がなかったり、つけた種が分からなかったりして使えないデータなのです。残り半分で見ても、初産というのはやはり少ないですね。2産、3産、4産、5産というのは多いのですけれども、これを何とか使えないかというように考えました。

それで、まず実際の難産の状況につい

て調べてみました。初産というのは全体の12%が難産ということでした。それに比べると2産、3産というのは4%弱です。そして、その相関を取ると、初産と2産の相関が0.23、初産と3産は0.18、いずれも0.2ぐらいです。これを見る限り、初産のお産と2産以降の分娩とで、だいぶ違うのかなというように思っていました。

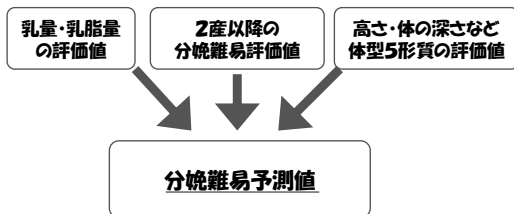
それで、一応そこでめげずに遺伝評価値を計算してみました。今回は2産だけのデータを使った遺伝評価値、それから2産以降を全部使った、初産だけ使わないという遺伝評価値と両方を作ってみました。そうすると、先ほど生のデータでは0.2ぐらいの相関だったのですけれども、遺伝評価してみると0.72、結構高かったのですね。これだけ高いのなら何とかなるのではないかと、というように思いました。

そこで、とはいっても2産以降の分娩の情報だけだとまだちょっと弱いので、ほかに補足できる情報がないかということで探しました。そうすると乳量、乳脂量、これは意外と相関があったのです。乳量、乳脂量が遺伝的に高いやつのほうがお産は軽い、という傾向がありました。もしかしたら何年か前に、共進会に強い、でかい牛が、そして泌乳能力はあまりないというような牛が入っていたので、それが難産するなどという話も聞いたので、そのようなことが影

響しているかもしれません。

もう一つ、体型のほうでも幾つか影響しているものがあります。乳房の付着とか、後乳房の幅、この辺は泌乳能力とも関係があるかもしれません。高さは別に高くてもいいのですけれども、この辺ですね。胸の幅とか体の深さ、これは弱い、小さい数字なのですけれども、マイナスに出てきました。何となく細い牛のほうがお産は、分娩は楽なのかなというイメージができます。

この2産以降の分娩難易の評価値と乳量、乳脂量、それから体型の5形質の情報を全部使って、分娩難易の予測値というものを作ってみました。



これが予測値です。こちらが従来の分娩難易の評価です。本当はどちらも整数、97から103しか出てこないのですけれども、それをやると全部重なってしまって、見ても全然分からないグラフになってしまったので、こちらだけ小数点以下を使いました。

101のところを見てみましょうか。分娩難易の予測値で101と出たもの。これは実際の分娩難易評価はどうかといいますと、100、101、102、大体そのぐらい、プラスマ

イナス1ぐらいに出てきました。一方で、今度は99だったものを見ていくと、97、98もあるのですけれども、99、100、101というのは1件、変なものがあるのですけれども、ほとんど出ない。101と評価されたものは100以上しか出てこないし、99と評価されたものは100以下しか出てこない。プラスマイナス1ぐらいは狂ってくるのですけれども、それでも全然当てにならない数字ではないだろう、大体予測値としては使えるだろうというように判断しました。

そのようなことがありまして、分娩難易予測値というものを公表するつもりです。先ほどの体型の2産以降の評価も同じなのですけれども、今年の夏以降に導入できるのではないかと考えています。最初に導入の手順というものを思い出していただけるとうれしいのですけれども、あれでいいますとアニマルモデルの検討会まで了解をいただいている段階です。あとは後代検定関係の会議で了解をいただければ、これはインターブルとは関係ないので、すぐ導入できるだろうというように思っています。

もう一つ、分娩難易に絡んで、先ほどとは別なのですけれども、今までは種の分娩難易だけを出していました。もう一つ、実は種だけではなくて、娘の父の分娩難易と

いうものも計算されています。ただ、両方を出すと紛らわしいだろうということで、これまでは出していませんでした。海外では両方を出しているところもあるので、そろそろ両方を出しても混同されないのではないかというような意見もありまして、このようなことも提案してみようかというように思っています。

3. ゲノム情報を利用した遺伝評価

話は変わって、ここからは評価の関係といますか、ゲノム、これからの話です。2009年、アメリカでGマークをつけたゲノム評価というものが公表されました。カナダがこれに続いて、ヨーロッパの多くが今、準備しているようです。日本でも準備を始めています。これは今、一番注目されている新しい技術です。

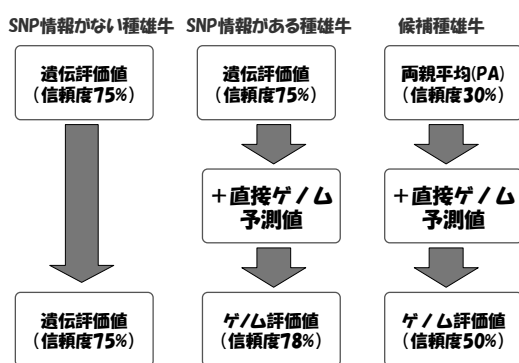


図. ゲノム評価のイメージ

具体的にはどのようなことかといいますと、スニップ、SNPと書いてスニップと言うらしいのですけれども、1頭1頭それ

を検査して、その情報を遺伝評価に反映させてやるという技術です。ですから、従来の遺伝評価をしたあとに、その評価値とスニップの情報を使って、直接ゲノム予測値というものを計算してやります。そして、従来の遺伝評価値にそれを足し込んでやったのがゲノム評価値です。

実際にスニップの情報がない種雄牛。これはゲノム評価をしようと、その情報がありませんので、今までと何ら変わりません。信頼度75というものは、そのまま信頼度は75のままです。

一方でゲノム評価になると、この情報がある種雄牛は、元々信頼度が75%だったところに直接ゲノム予測値というものを加えて、その分、信頼度が高くなります。従来、評価が出ているものについては、ほんの少しですね。

一番影響が大きいのはここです。候補種雄牛、後代検定にかける前の種雄牛です。今は本牛は評価を持たないので、持たないから後代検定にかけるのですけれども、両親の値を平均したものを参考にしています。これは、実は信頼度が30%ぐらいしかありません、両親の平均というのは。そこに直接ゲノム予測値というものを加えてやると、信頼度が50%ぐらいになります。形質によっても全然違うのですけれども。ここは差が大きいですね。これは使えるだろうと

いうように思っています。

いろいろなことを言われるのですけれども、まずよく言われるのは、「ゲノム評価が始まると、後代検定は要らなくなるのではないか」ということを言われます。これは結論からいいますと、今のところゲノム評価の信頼度は、後代検定には全然及びません。後代検定は今50頭ぐらい娘がいて、評価が出るころには信頼度は85%ぐらい、乳量でいいましたらそのぐらいになっているのですけれども、これは50%ぐらいです。もっと材料が集まって、これから高くなっていくというものなのです。

実際に日本で今始めようと思うと、50%ぐらいです。後代検定をやめて、その50%の信頼度のものを使うかと言われたら、わたしはちょっとまだ遠慮したいですね。ただ、将来的にはここがだんだん改善されてくるので、これから先のことはまだ分かりません。海外などでは、こちらにちょっと書いたのですけれども、後代検定はすごくお金がかかりますね。お金と時間を節約するという目的で、信頼度に目をつぶってこちらでいくという国が出てくるかもしれません。

それから、ゲノム評価は夢のような技術ではあるのですけれども、現段階では魔法のようなことはなくて、信頼度がちょっと上がるだけの技術です。ですので、遺伝評

価をする必要がなくなるとか、牛群検定や登録、牛群審査も必要がなくなるのではないかと思う人がいたようなのですけれども、全然そのようなことはありません。ゲノム評価自体がこの牛群検定、牛群審査、登録をして、遺伝評価をして、その結果を使って評価するものなので、この辺は今後もしっかりやらないと、ゲノム評価も出てこないということになります。

1) 現状

今度は現状です。アメリカで去年スタートした段階で、大体5,000頭の情報を使って遺伝評価をしていた、5,000頭のスニップの情報に基づいて評価をしていました。実際それがどうかといいますと、5,000頭という数字は全然足りません。情報としては大したことないです。ですから、実際にはGマークがつこうとつくまいと、大した多分、数値は変わりません。導入してしまったのですけれども、実際の検証はこれからです。研究者のレベルでも、これは大した影響がないのが分かっている静観しているような状態です。

もう一つ、おまけで分かったことなのですけれども、たくさん調べているうちに血縁の間違いがいっぱい見付かったのだそうです。その修正というのは、か

なり影響としては大きかったのではないかと、プラスに働いたのではないかとこのように思います。

多分、ねらいはこちらでしょうね。アメリカは検定日モデルが、特許の関係もあって導入が遅れています。それで国際的な会議の場などではヨーロッパのほうで先行して、どんどん新しい技術の発表などをしていたのですけれども、これを使うことで注目を向けさせて、種の売り上げにもつながったかもしれません。そこから、ここは想像、邪推かもしれないのですけれども、この辺の意味合いが強いのではないかとこのように思っています。

日本で現状はどうかといいますと、2,000頭ぐらいです。ゲノム評価は、やはりやろうと思ったらできます。アメリカの5,000よりもさらに少ないので厳しいですけれども。ただ、よくも悪くも影響は小さいということですね。影響が小さいのだったなら、「やっちゃったらいんじゃない」と言う人と、「いや、そんなのまだ必要ないだろう」と言う人と両方、意見がここは分かれるところです。

これは実際の信頼度です。先ほどピーエーで0.3ぐらいと言ったのですけれども、大体このぐらいです。それがGEBV、ゲノム評価になると0.5、0.4、0.4といった

ぐらいに上がってきます。これは後代検定にかける前の雄を選ぶためには、今の段階ですごく使える技術です。

ここまでをまとめると、将来的にはすごく期待できる技術なのですが、現状を見ると、ちょっと信頼度が上がるだけということです。そして、何でも影響を受けるのではなくて、スニップを調べたものだけがこの恩恵を受けます。ですから、恩恵を受けるのはほとんど種雄牛です。雌は一部の種畜、卵をたくさん採っているような雌はこのような検査をするかもしれませんけれども、ほとんど影響はないと思います。結果的にどのようなメリットがあるかといいますと、後代検定にかける雄牛の信頼度が上がる。ということは、後代検定にかける段階での雄のレベルが上がるだろうというように予想できます。

ここからは国際的な話題、インターブールの会議などで話題になっていることです。今はもちろん、ゲノムの評価が話題の中心です。各国がその導入の準備、アメリカ、カナダはもうすでに導入してしまいましたけれども、ヨーロッパがどんどん準備している段階です。

そして近交係数。これがどんどん世界的に上がっていつているということだったので、実際に調べるとヨー

ロッパで交雑が多くて、思ったほど上がっていないのだそうです。これは、交雑が多いという意味では困ったことのような、近交が上がらないという点ではよかったような、微妙な結果です。

そして、泌乳形質の改良速度は、フランスが一番進んでいるのだそうです。日本も結構いい線を行っているとは思いますが、雌について調べると、フランスが一番進んでいるということでした。

そして一方で泌乳形質の改良が、世界的に見て停滞しているというようなことが懸念されています。どのような理由かといいますと、これは総合指数でいろいろな形質をどんどん増やしていった、泌乳の重みがどんどん下がった。その結果、停滞したということのようです。一方で、繁殖能力は改善する傾向にあるようです。

ある研究者が各国、自分の国でしたか、総合指数と実際の経済的な価値というものを比べてみました。その相関は0.4程度しかなくて、この人いわく、いろいろな形質を詰め込みすぎて、見栄えはいいけれども実際の効果が低くなっている、というような指摘をしていました。

そして、遺伝子情報の利用、スニップの情報を使うことがもたらす効果は何かということについて発表している人がい

ました。まず一番最初はこれですね。はっきり信頼度が向上する、評価の精度が上がるということが一番です。それから、アメリカで起こったように、親子の関係なども分かったりするので、血縁情報がかなり修正されるというのをメリットに挙げていました。

それから、この研究者は一次選抜の精度向上、つまり後代検定にける雄を選ぶ材料として使えるので、今までよりも後代検定の規模を縮小できるというように言っていました。これは、わたしは縮小するよりも、後代検定の雄のレベルを上げるほうがいいのではないかというように思います。このような感じでヨーロッパやアメリカが縮小してくれると、逆に日本はチャンスではないかというように思うのですけれども。遺伝的トレンド、改良の速度が上がるとことを言っていました。

あと、雌というのは元々、信頼度が雄に比べると低いのですけれども、これを調査すれば雌の評価精度が向上するということをや言っていました。

それから、カナダの発表によると、カナダでは今2万8,000件調べたのだそうです。すごいですね。これは大変なものです。これはほとんど雄です。雌よりも雄のほうが情報として信頼度が元々高い

ので、有効なので、皆さん雄を調べるのですけれども、日本の後代検定の種雄牛は年間185頭です。1年に200頭ぐらいしか増えないのです。ですから、今2,000頭ですけれども、そこから増やそうと思っても、増えるための材料が少ないのです。残されているのは、輸入精液や何かを調べると、まだ増えてくるということになるのですけれども、雄をたくさん持っている国ほど有利ということになります。後代検定の規模の大きいところほど、この材料集めは有利ということです。カナダの場合は、半分はまだ評価値を持っていないので、実際には1万4,000ぐらい。それでもかなり多いと思います。

イタリアが去年の段階で、今年、2010年にゲノム評価をスタートさせたいというように言っていました。去年の段階では、とは言うものの、集まったデータは1,000頭だそうです。今年じゅうに3,000

集めてスタートしたい。大体、日本と同じぐらいの規模ですね。

それと別に、凍結精液の世界市場というものに触れている人がいました。日本だと、どちらかといいますとアメリカ、それからオランダ、カナダあたりに注目しがちなのですけれども、実際には世界じゅうで見ると、多いのはアメリカに次いでドイツ、それからフランスということなのだそうです。ニュージーランドも多いのですけれども、これはホルスタインではないと思います。ジャージーが多いのではないかと思います。この辺からすると、種の場合は使おうと思っても、輸入代理店がないと使えない場合もあるので、世界的に見ると、カナダ、オランダ以上に、フランス、ドイツに注目してもいいのかなというような印象です。