

# 乳用牛改良に ゲノミック情報を 活用しよう!

社団法人 家畜改良事業団

〒135-0041 東京都江東区冬木11-17 イシマビル17F  
TEL.03-5621-8911(代表) FAX.03-5621-8917  
E-mail:webmaster@liaj.or.jp URL:http://liaj.lin.gr.jp/

総合指数(Nippon Total Profit index:NTP)とは、「乳成分率を下げずに、乳量・乳成分量と生産寿命の改良量が最大となる」ように、産乳成分、耐久性成分、疾病繁殖成分に重み付けした指数です。泌乳能力と体型をバランス良く改良し生涯生産性を向上させる指数として開発されました。

我が国はこのNTPを指標として乳用牛改良を進めてきましたが、今後ゲノミック評価を活用した新たなNTPを検討するにあたり、(独)家畜改良センターが現在のNTPの改良効果について検証しましたので、その内容を紹介します。

## 現在のNTPの重み付け

$$\text{NTP}_{2015} = 7.0 \times \text{産乳成分} + 1.8 \times \text{耐久成分} + 1.2 \times \text{疾病繁殖成分}$$

現在利用されているNTPは、2015年に設定されました(NTP<sub>2015</sub>)。産乳成分として乳脂量と乳蛋白質量、耐久性成分として乳房成分と肢蹄、疾病繁殖成分として空胎日数と泌乳持続性と体細胞スコアを、各成分の構成要素としています。2015年の変更で泌乳持続性と空胎日数をNTPの構成要素に加え、飼養管理面の改善と繁殖性向上の方向性がNTPに盛り込まれました。NTP<sub>2015</sub>の計算式と構成成分は図1のとおりです。

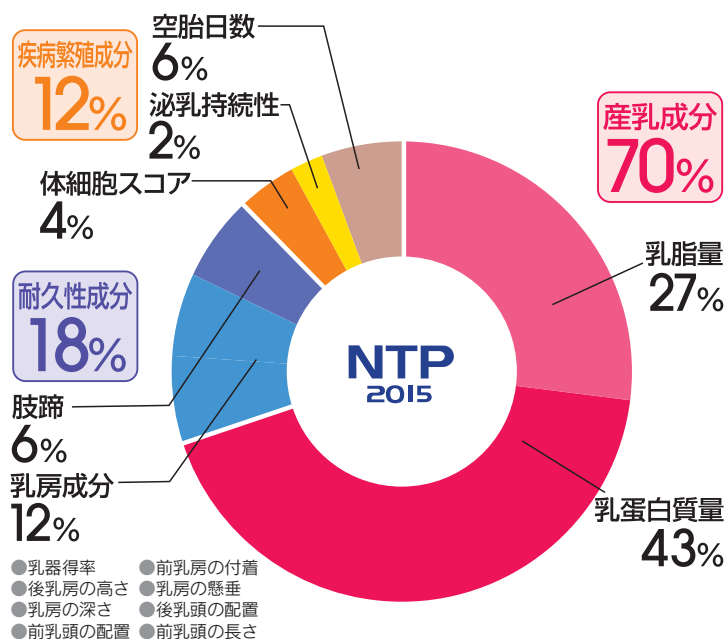


図1. NTPの構成形質とその重み付け(%)



# NTPの変遷

NTPは(一社)日本ホルスタイン登録協会が1995年に開発し、その翌年から利用が開始されました。時代のニーズ等を反映するため、その内容についてはこれまでに何度か変更が実施されています(表1)。

表1. NTPの主な変更時期と内容

変更時期	変更内容
2000年(2000-I評価)	泌乳形質と体型形質の重み付けを見直し、肢蹄を追加
2001年(2001-II評価)	乳量に対する重み付けを-0.07から-0.03に変更
2003年(2003-8月評価)	乳量、決定得点、後乳房の幅を除外、乳器得率の追加
2010年(2010-I評価)	構成成分を産乳成分、耐久性成分、疾病繁殖成分に変更 耐久性成分の乳房成分に前乳頭の長さその後乳頭の配置を追加 疾病繁殖成分に体細胞スコアを追加
2015年(2015-8月評価)	疾病繁殖成分に泌乳持続性と空胎日数を追加

日本は飲用向けの需要が大きいことから、NTPは諸外国に比べて泌乳形質を重視してきたことが大きな特徴です。現在は、産乳成分、耐久性成分、疾病繁殖成分の3つの要素で構成され、疾病・繁殖性もある程度改良が進むように変更されています(図2)。

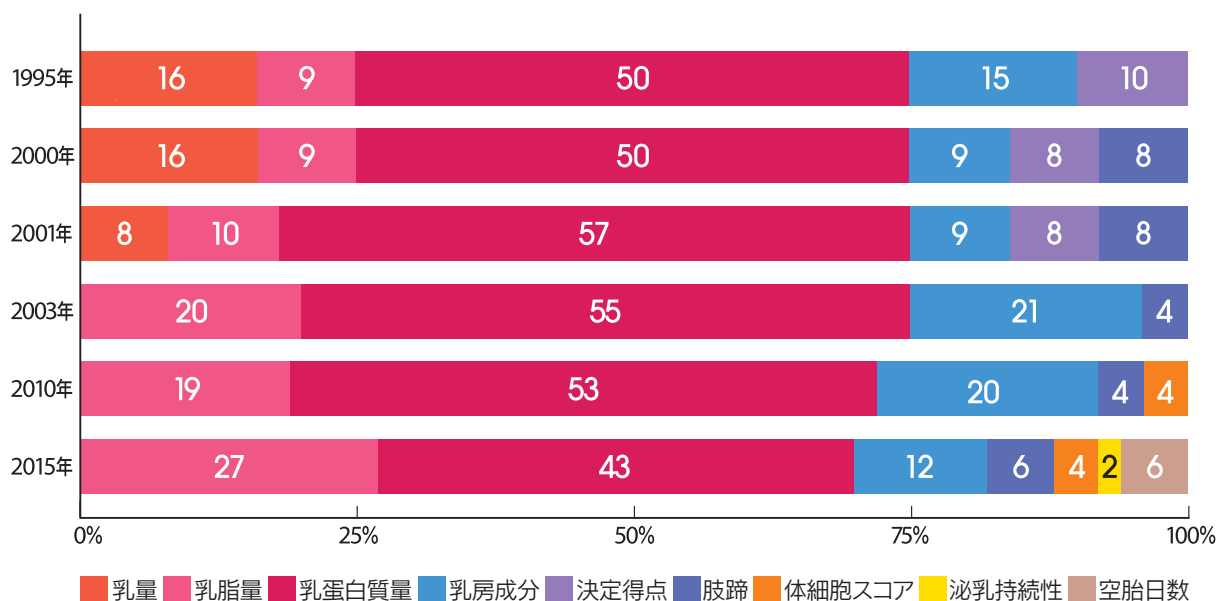


図2. NTPの重み付けの推移

# NTPによる 改良効果の検証



表1に示したように、NTPは利用開始当初から、家畜改良増殖目標の改定に沿って変更が行われています。そこで、NTPの変更後に遺伝的改良の傾向がどのように変化したかについて、各年代の改良量を比較することで検証しました。

NTPの変更があった年を基準に1991～1996年、1996～2000年、2000～2003年、2003～2010年、2010～2015年、2015～2017年の6つのグループに雌牛を区分し、国内後代検定候補種雄牛を父とする雌牛を①ファーストクロップ娘牛、後代検定が終了し選抜後に一般供用された種雄牛を父とする雌牛を②セカンドクロップ娘牛、さらに海外種雄牛を父とする雌牛を③海外種雄牛娘牛と大きく3グループに分けて、それぞれの遺伝的改良量の推移を比較したグラフを図3に示しました。

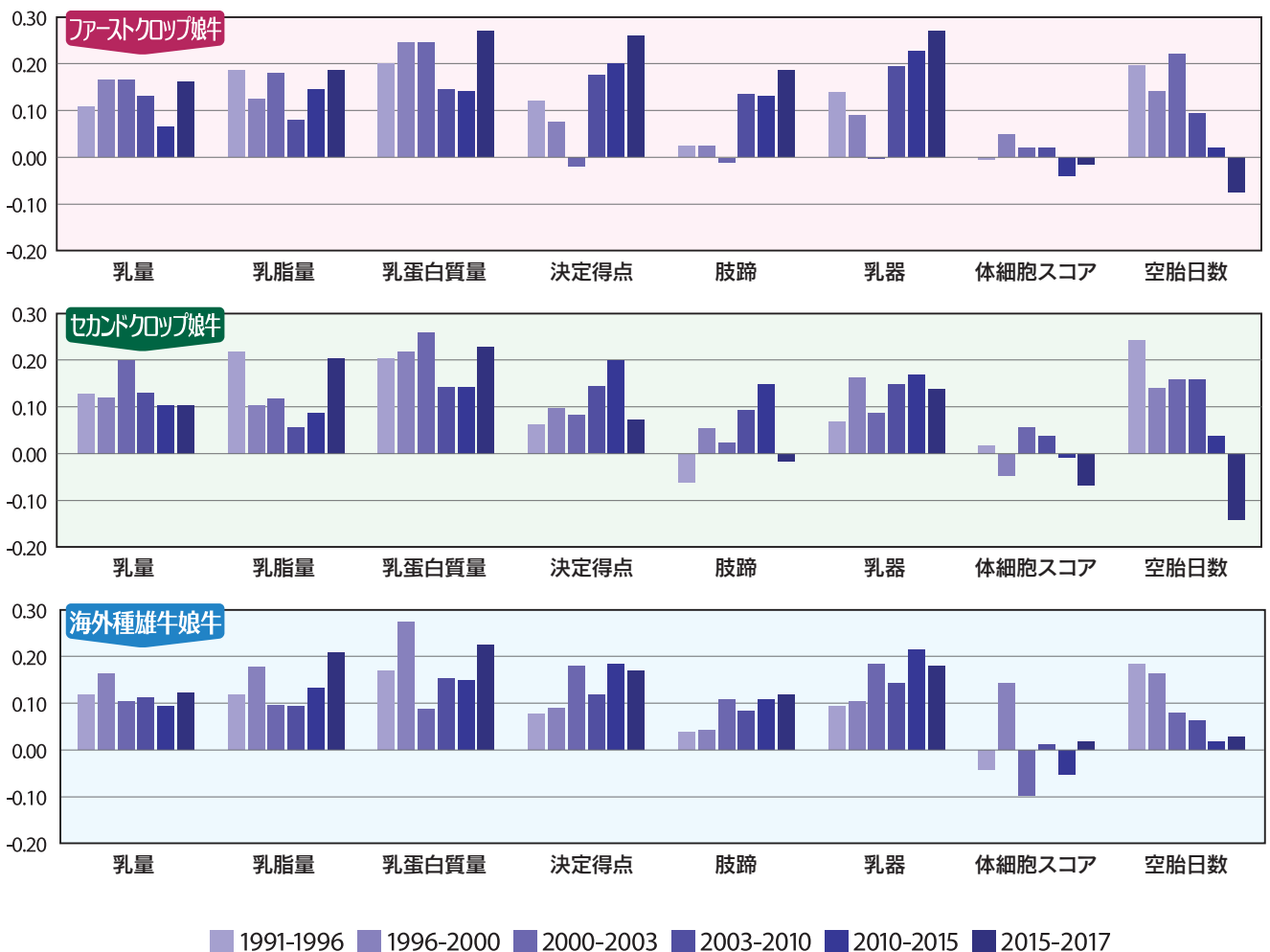


図3. 各グループにおける遺伝的改良量の推移

※標準化育種価により比較。体細胞スコアと空胎日数は値が低いほど優れていることを示す。

# 乳用牛改良はNTPが目指す方向へ!!

図3の①ファーストクロップ娘牛と②セカンドクロップ娘牛の改良量をみてみると、**泌乳形質の改良量については常に高い水準で推移**してきています。体型形質については、**決定得点や乳器をNTPの構成要素に追加した2003年以降に改良量が増加**しています。さらに、2010年にNTPの構成要素に体細胞スコアが追加されて以降、**体細胞スコアが減少傾向**にあります。同様に、2015年にNTPの構成要素に空胎日数が追加されて以降、2015～2017年には**空胎日数も減少傾向**に転じました。

一方、③海外種雄牛娘牛の改良量の推移を見ると、体型形質で高い改良量を維持し、空胎日数についても増加が抑制される傾向にあります。アメリカのTPIやカナダのLPIでは体型形質や繁殖形質などへの重み付けが大きく、繁殖形質への影響が早くから表れたと考えられます。

## NTPは期待以上の改良効果を発揮!!

現在のNTPの改良効果を検証するために、2010年および2015年に変更されたNTP(NTP<sub>2010</sub>およびNTP<sub>2015</sub>)に基づく期待改良量と、2010～2015年および2015～2017年の2つの期間に生まれた各グループ娘牛の実際の遺伝的改良量(実現改良量)を表2に示しました。



表2. NTPに基づく期待改良量と各期間の各グループの娘牛の実現改良量

	NTP <sub>2010</sub> 期待改良量	2010-2015年生まれの娘牛		
		①ファーストクロップ 実現改良量	②セカンドクロップ 実現改良量	③海外種雄牛 実現改良量
乳量 (kg)	84	35	56	52
乳脂量 (kg)	2.9	2.7	1.7	2.6
乳蛋白質量 (kg)	2.7	1.8	1.9	2.0
決定得点 (点)	0.047	0.092	0.093	0.087
肢蹄 (%)	0.015	0.041	0.050	0.036
乳器 (%)	0.081	0.118	0.091	0.115
体細胞スコア	-0.003	-0.011	-0.002	-0.012
空胎日数 (日)	2.45	0.18	0.41	0.20
	NTP <sub>2015</sub> 期待改良量	2015-2017年生まれの娘牛		
		①ファーストクロップ 実現改良量	②セカンドクロップ 実現改良量	③海外種雄牛 実現改良量
乳量 (kg)	81	85	59	69
乳脂量 (kg)	3.1	3.5	4.0	4.0
乳蛋白質量 (kg)	2.6	3.5	3.0	3.0
決定得点 (点)	0.043	0.120	0.035	0.080
肢蹄 (%)	0.017	0.060	0.075	0.040
乳器 (%)	0.071	0.140	0.075	0.095
体細胞スコア	-0.004	-0.005	-0.015	0.005
空胎日数 (日)	2.23	-0.86	-1.42	0.31

注1) 体細胞スコアと空胎日数は値が低いほど優れています。

注2) NTPの期待改良量は全国乳用牛改良技術検討会(平成27年6月15日)資料より抜粋

表2上段のNTP<sub>2010</sub>の改良効果を受けている2010～2015年生まれの娘牛は、どのグループの娘牛においても泌乳形質の実現改良量は期待改良量よりも低く、体型形質などは実現改良量が期待改良量よりも高くなっています。全グループで同じ傾向なことから、NTPによる改良効果というよりは、2006～2007年度の減産型の計画生産実施による影響と考えられます。

一方、表2下段のNTP<sub>2015</sub>の改良効果を受けている2015～2017年生まれの娘牛は、①ファーストクロープ娘牛は全ての形質で期待改良量を実現改良量が上回り、②セカンドクロープ娘牛もほとんどの形質で期待改良量を実現改良量が上回っています。

NTP<sub>2015</sub>の改良効果の影響を受けている娘牛の実現改良量は、同時期の③海外種雄牛娘牛と比較して、**体型形質や繁殖形質においても優れた改良力**を示しています。NTP<sub>2015</sub>は開発時に期待した以上の改良効果を発揮していることが、明らかになってきました。



## ゲノミック評価の活用で 遺伝的能力が飛躍的に増加!!

2015～2017年生まれの①ファーストクロープ娘牛の父牛は、2013～2015年度(平成25～27年度)の後代検定候補種雄牛です。2013年は国内ゲノミック評価の利用を開始した時期にあたり、ゲノミック評価の活用が本格化した最初の候補種雄牛として注目の世代です。

そこで、ゲノミック評価の活用による改良量の変化を検証するため、ゲノミック評価開始前の2008～2013年度(平成20～25年度)と、ゲノミック評価開始後の2013～2015年度(平成25～27年度)における後代検定候補種雄牛の実現改良量の比較を表3に示しました。

表3. 各期間における後代検定候補種雄牛の実現改良量

	ゲノミック評価開始前 2008～2013年度	ゲノミック評価開始後 2013～2015年度
乳量 (kg)	51	109
乳脂量 (kg)	4.2	5.0
乳蛋白質量 (kg)	2.6	5.0
決定得点 (点)	0.109	0.040
肢蹄 (%)	0.055	-0.018
乳器 (%)	0.132	0.092
体細胞スコア	-0.020	-0.040
空胎日数 (日)	-0.329	-2.62

注1) 体細胞スコアと空胎日数は値が低いほど優れています。

注2) NTPの期待改良量は全国乳用牛改良技術検討会(平成27年6月15日)資料より抜粋

ゲノミック評価開始前後の候補種雄牛の実現改良量を表3で比較すると、NTPの重み付けの変更により体型形質の改良量はやや減少しましたが、泌乳形質と疾病繁殖形質の改良量は大きく増加しています。

改良量の大幅な増加の要因としては、**ゲノミック評価を利用した候補種雄牛の予備選抜で遺伝的能力が飛躍的に向上した**ことが考えられます。また、**2013年にゲノミック評価の利用が開始**されたこと、**2015年にNTP構成要素に空胎日数が追加**されたことで、これまで遺伝率が低く改良は難しいとされていた体細胞スコアや空胎日数などの疾病繁殖形質の改良が急速に進んだとみられます。

ゲノミック評価の利用開始からまだ数年しか経過していませんが、**ゲノミック評価を活用することにより、多くの形質において期待した以上の改良効果が得られている**ことがわかってきました。



## まとめ

### **NTP<sub>2015</sub>の改良効果については、**

多くの形質において期待以上の改良効果を発揮していることが示されました。繁殖性等の遺伝率が低い形質については、従来の評価手法ではNTPの構成要素に含めたとしても改良効果は期待できませんでしたが、**ゲノミック評価の利用と評価精度の向上により、遺伝率の低い形質についてもNTPに含めることで、改良効果が期待できるようになってきた**といえるでしょう。

**今後は、ゲノミック評価の活用を前提として、今まで**遺伝的改良が難しかった形質(繁殖形質や管理形質など)**を組み入れた**NTPが検討**され、我が国の改良目標に適合した新たなNTPの開発が進展することが期待されます。**