

DEAを用いた種牡馬への 評価：AEIとの比較

NTTデータ数理システム学生研究奨励賞 2022年

2022年12月2日

東京理科大学・経営学部 原祐介

指導教員 成蹊大学 関谷和之

目次

1. 研究背景
2. 本研究で用いるDEAの説明
3. 分析結果
4. 総合貢献性とAEIの比較
5. 活動効率性
6. 種牡馬のピーク
7. 総合貢献性の弱点

1. 研究背景その1

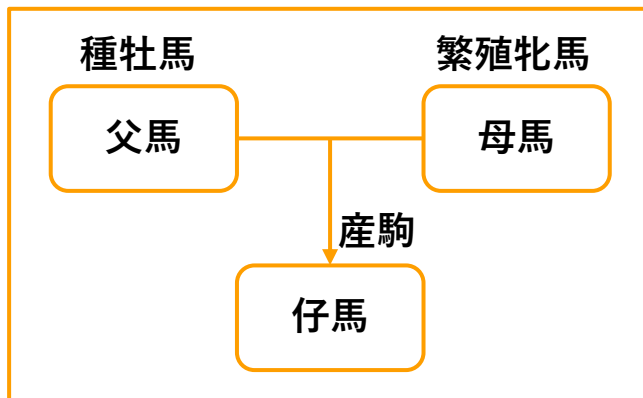


図1 競走馬の生産の仕組み

現在、競走馬の生産現場で利用されている種牡馬（種馬）の評価方法はAEI（Average Earning Index）[2]である。

AEIとは・・・

種牡馬の評価方法の1つで、産駒（仔馬）1頭当たりの獲得賞金の平均値を1.00として、各種牡馬の産駒の平均獲得賞金の割合を数値で表したもの。

$$AEI = \left(\frac{\text{該当産駒の獲得賞金}}{\text{出走頭数}} \right) / \left(\frac{\text{競馬界全体の競走馬の獲得賞金}}{\text{出走頭数}} \right)$$

※AEIは産駒の獲得賞金にしか焦点を当てていない指標

**AEIは産駒の評価で、産駒を介して種牡馬を評価。
→種牡馬を直接的に評価したい。**

[2] 競馬用語辞典（JRA）

1. 研究背景その2

実績と人気のある種牡馬は母馬が多く集まる。

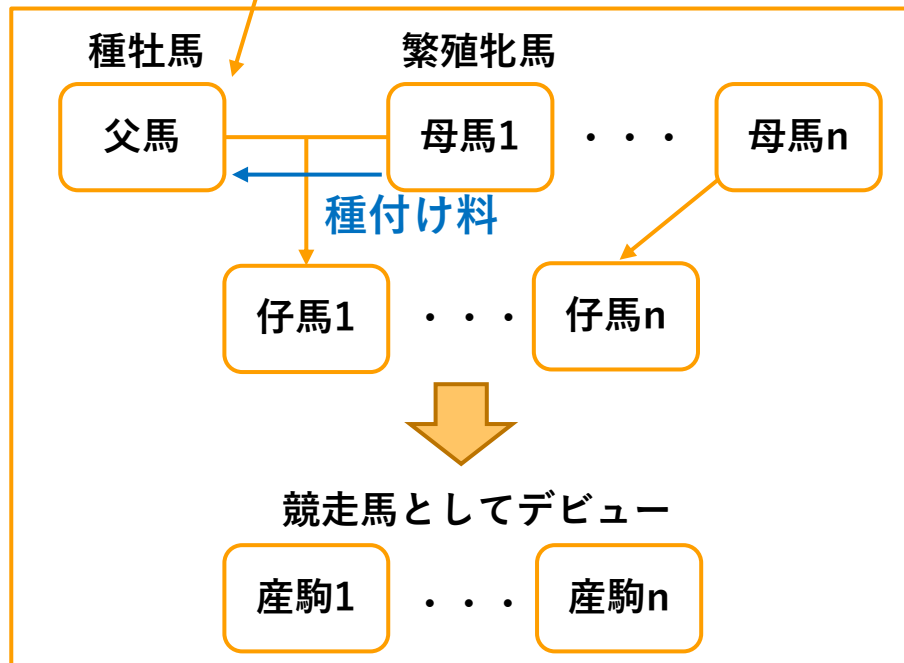


図2 産駒の競走馬デビューモデル

種牡馬のポテンシャル

- ① 種牡馬の実績 = 種付け年数 (これまでの経験)
- ② 種牡馬の人気 = 種付け料

①と②が高い種牡馬は種付け機会が多い。

種付け機会が多くなれば、
期待する産駒の数 (出走頭数) が多くなる。

評価すべきは、

種付け料と種付け年数で補正した
出走頭数。

1. 研究背景その3

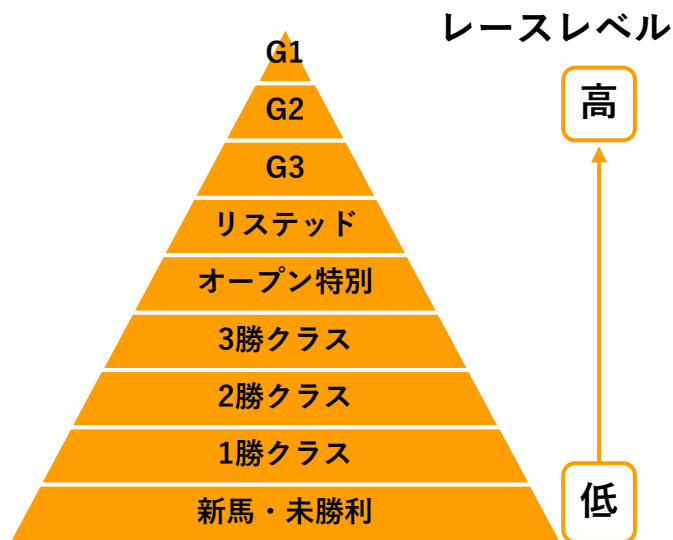


図3 日本中央競馬のレース体系

自身が所属するクラスで勝利しないと、上のクラスでは走ることが難しい。

競走馬は獲得賞金も優秀さを測れる要素だが、**勝利数**も重要な要素である。

→産駒の評価は獲得賞金だけでなく、**勝利数も必要**。

AEIのように産駒の成績は獲得賞金だけでは評価できない。

評価すべきは、

出走した産駒1頭当たりの勝利数と獲得賞金。

1. 研究背景その4

種牡馬の評価指標

- ① 種付け料と種付け年数で補正した出走頭数
- ② 出走した産駒1頭当たりの勝利数と獲得賞金

この2点を評価する指標が必要.



本研究ではDEA (Data Envelopment Analysis)[1]により、種牡馬の指標を作成する.

2. 本研究で用いるDEAの説明その1

使用する種牡馬データ数は338個

- ①2012年～2019年までの産駒の獲得賞金上位20頭の種牡馬のうち、その当時現役だった種牡馬のデータ128個
 - ②2020年、2021年の出走頭数が10頭以上の種牡馬のデータ181個
 - ③種牡馬の効率値推移に関するグラフを作成するために必要だった種牡馬のデータ29個
- ① + ② + ③ = 338個分のデータを用いる

2. 本研究で用いるDEAの説明その2

種牡馬の総合指標「総合貢献性」

※総合貢献性は種牡馬の活動効率性と産駒の優秀性を表すことができる評価方法。

総合貢献性 = [種牡馬の活動効率性 × 産駒の優秀性] の幾何平均

第一段階：種牡馬の活動効率性
種付け料と種付け年数で補正した出走頭数

第二段階：産駒の優秀性
出走した産駒 1 頭当たりの勝利数と獲得賞金

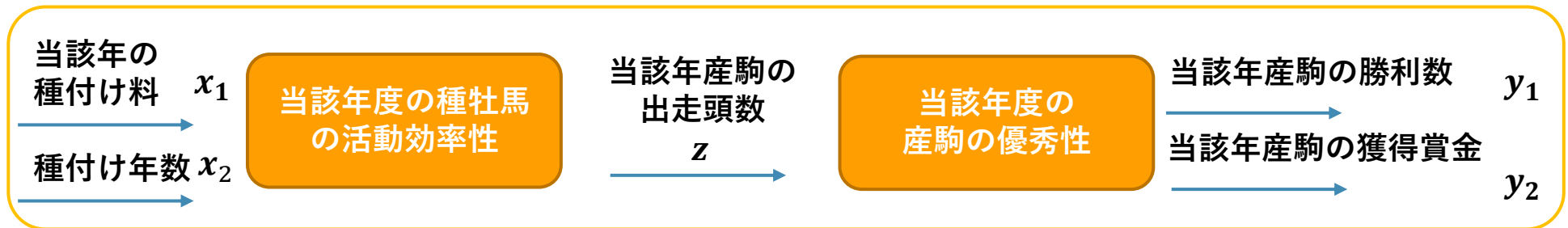


図4 総合貢献性の二段階DEAモデル

2. 本研究で用いるDEAの説明その3

規模の収穫逓減型入力指向DEAモデル

分析ツール：Nuorium Optimizer

$\min. \theta$

$$\begin{aligned} s. t. \quad & \sum_{j=1}^{338} \lambda_j x_{1j} \leq \theta x_{1k} && \text{種付け料} \\ & \sum_{j=1}^{338} \lambda_j x_{2j} \leq x_{2k} && \text{種付け年数} \\ & \sum_{j=1}^{338} \lambda_j z_j \geq z_k && \text{出走頭数} \\ & \sum_{j=1}^{338} \lambda_j \leq 1 \\ & \lambda_j \geq 0, && j = 1, \dots, 338 \end{aligned}$$

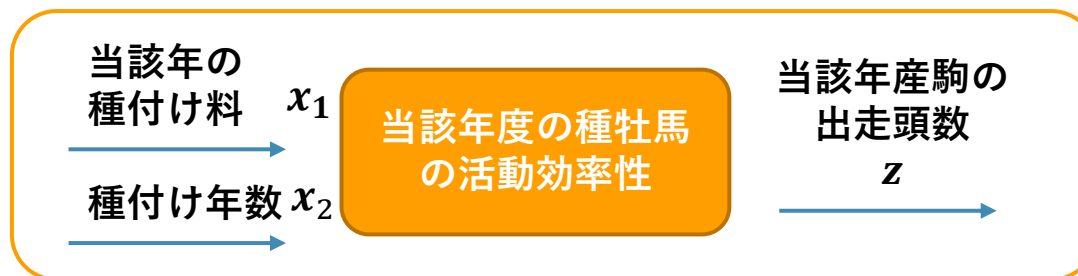


図5 種牡馬の活動効率性のDEAモデル

2. 本研究で用いるDEAの説明その4

規模の収穫逓減型出力指向DEAモデル

分析ツール：Nuorium Optimizer

$$\begin{aligned} \max. \quad & \Phi + \sum_{r=1}^2 (0.00001) \eta_r \\ \text{s.t.} \quad & \sum_{j=1}^{338} \lambda_j y_{1j} \geq \Phi y_{1k} + \eta_1 && \text{勝利数} \\ & \sum_{j=1}^{338} \lambda_j y_{2j} \geq \Phi y_{2k} + \eta_2 && \text{獲得賞金} \\ & \sum_{j=1}^{338} \lambda_j z_j \leq z_k && \text{出走頭数} \\ & \sum_{j=1}^{338} \lambda_j \leq 1 \\ & \lambda_j \geq 0, && j = 1, \dots, 338 \end{aligned}$$

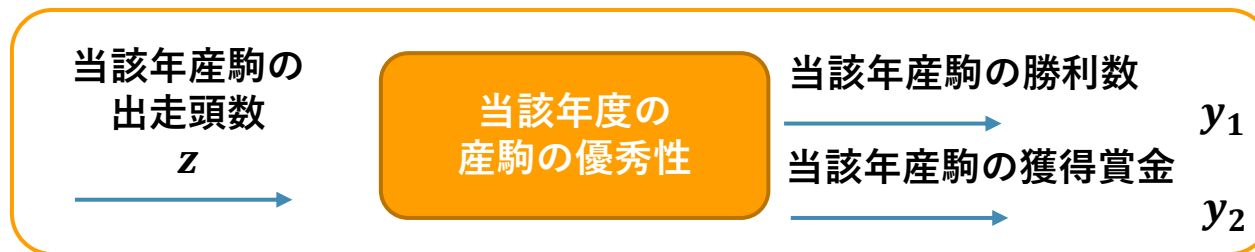


図6 産駒の優秀性のDEAモデル

3. 分析結果

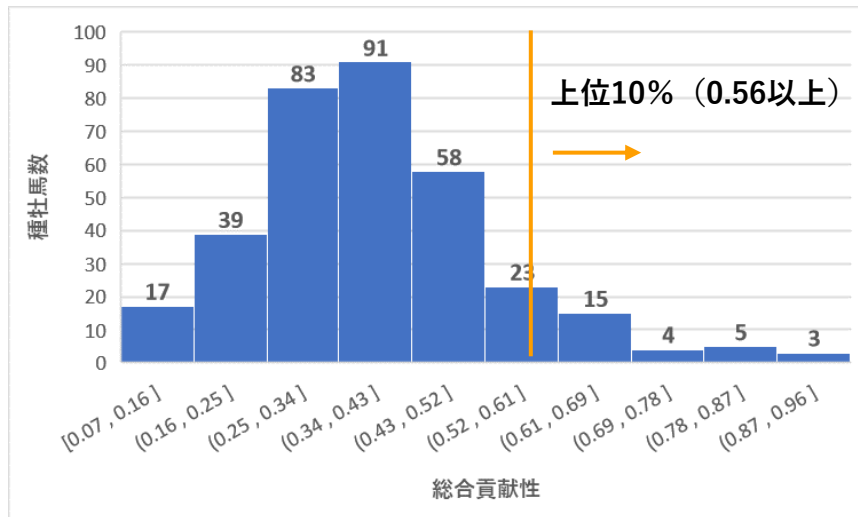


図7 種牡馬の総合貢献性ヒストグラム

高い評価をとっている種牡馬は少ない。
→指標として優秀な種牡馬の絞り込みができています。

上位10%の種牡馬は総合貢献性が0.56以上となっていて、総合貢献性が0.9以上は全体の1%しかいない。



Question

AEIの評価と総合貢献性の指標の評価の違いは？

4. 総合貢献性とAEIの比較その1

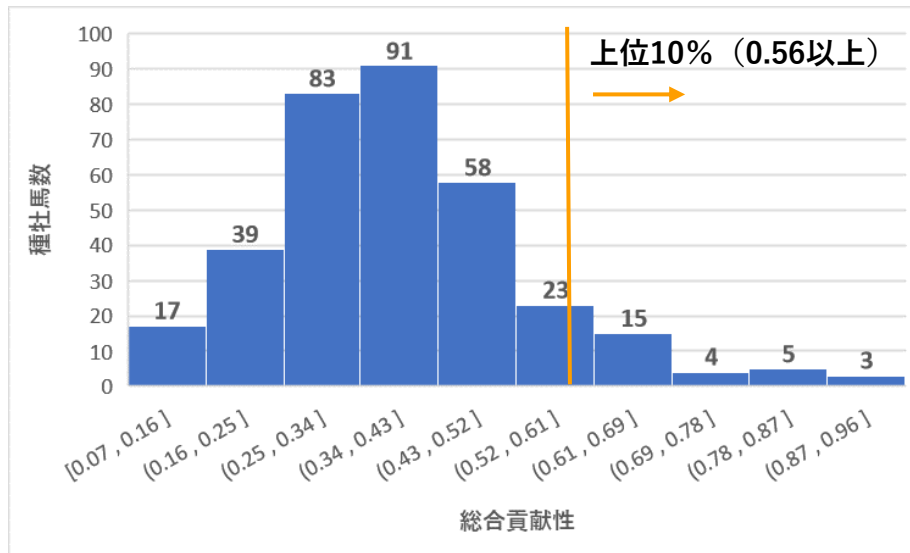


図7 種牡馬の総合貢献性ヒストグラム

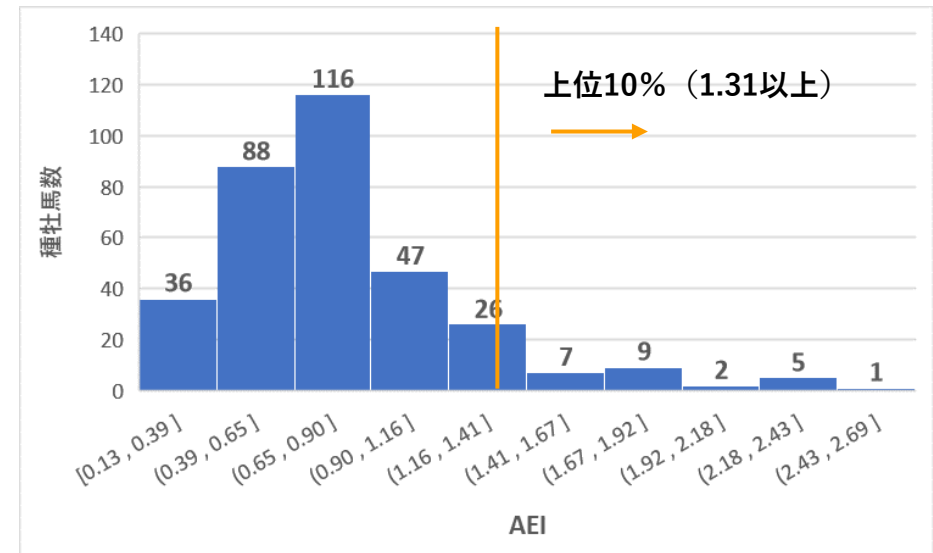
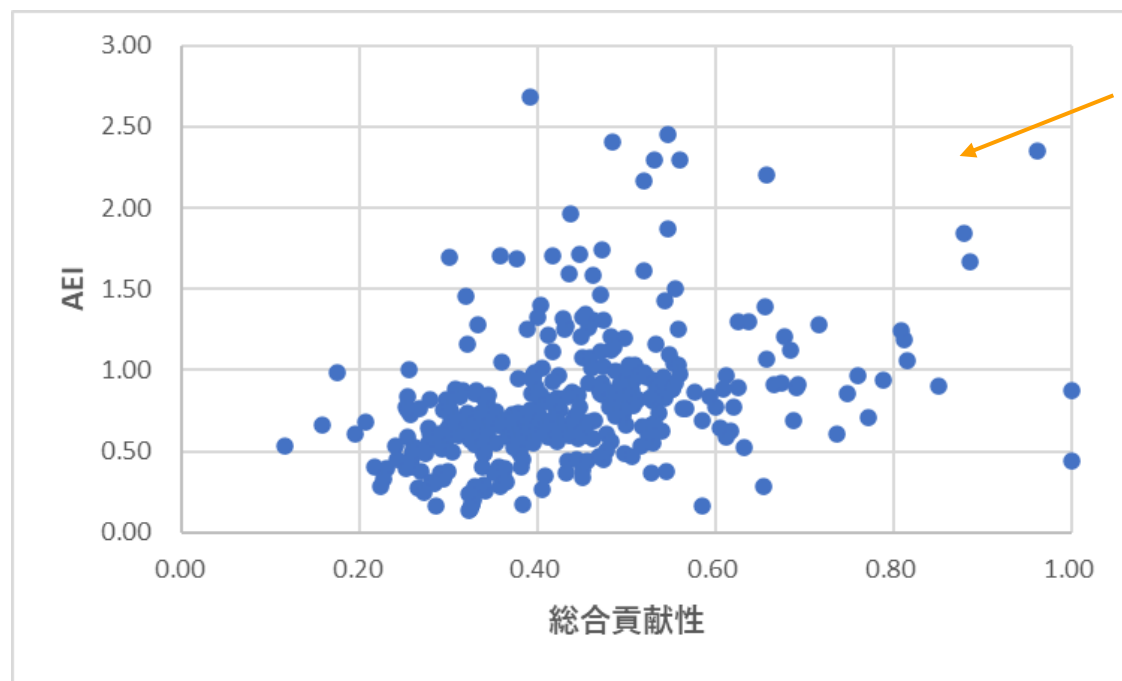


図8 AEIのヒストグラム

Question

AEIの評価と総合貢献性の指標の評価の違いは？

4. 総合貢献性とAEIの比較その2



AEIと総合貢献性は直線状でない.



図9 総合貢献性とAEIの散布図

散布図を4領域に分けて種牡馬の変遷を追跡.

4. 総合貢献性とAEIの比較その3

総合貢献性の分析結果を用いてAEIとの散布図を作成し、4グループに分割.

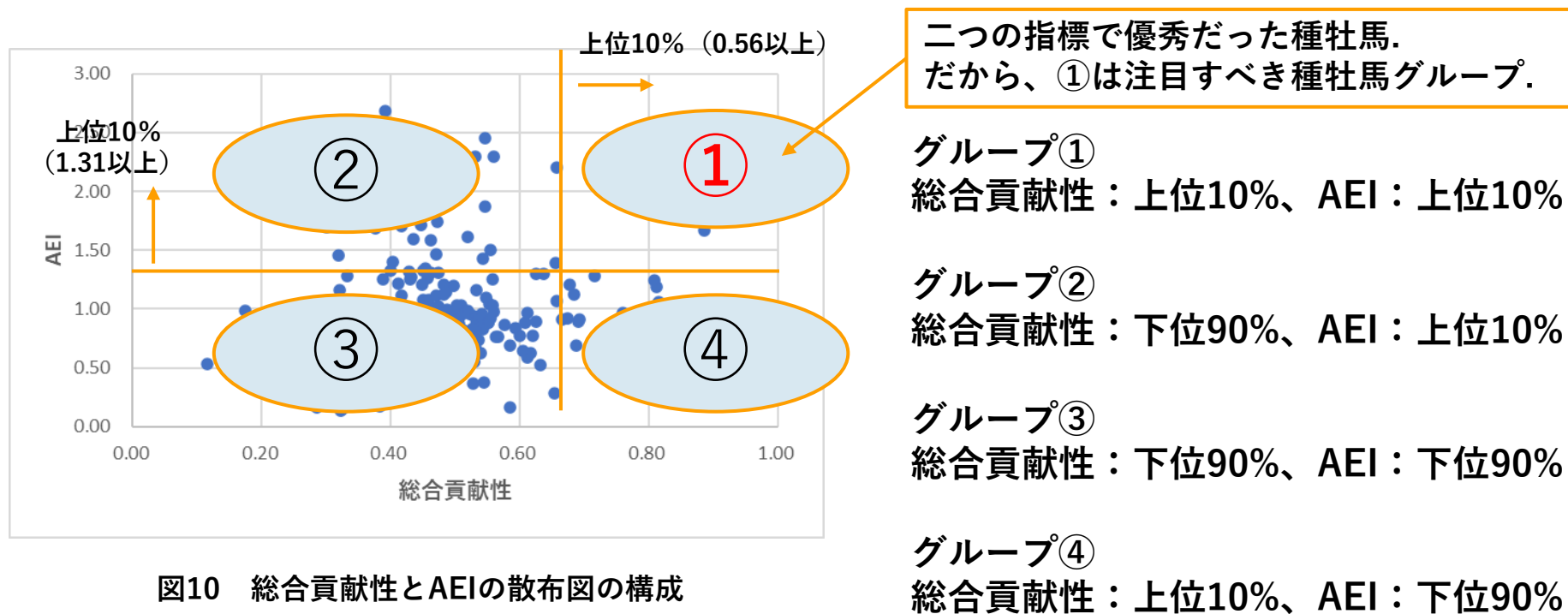


図10 総合貢献性とAEIの散布図の構成

4. 総合貢献性とAEIの比較その4

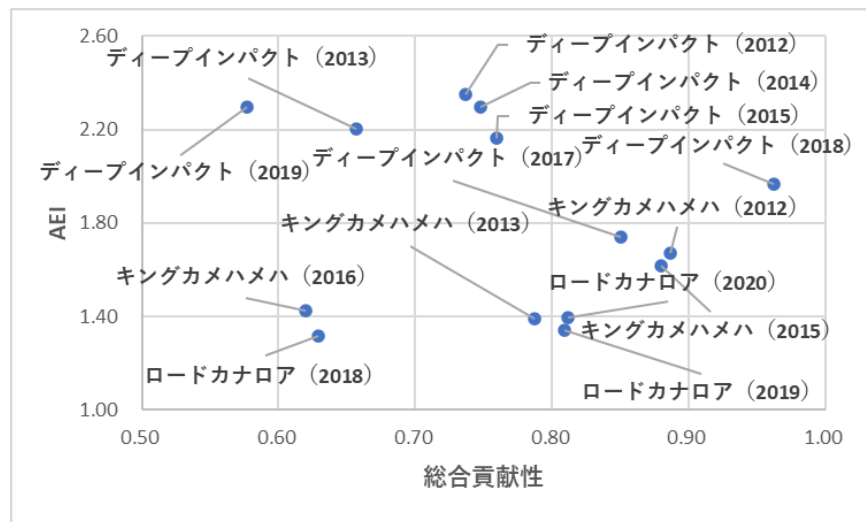


図11 グループ①の種牡馬の散布図

グループ①

現在の指標 (AEI) で優秀な種牡馬であり、
新しい指標 (総合貢献性) でも優秀な種牡馬。



しかし・・・

グループ①には3種類 (14データ) の種牡馬がいる。
しかし、
すべての年でこの①になっている種牡馬はいない。

3種類：ディープインパクト、キングカメハメハ、ロードカナロア

AEIか総合貢献性うちのどちらか、もしくはどちらも
悪化している。

優秀な種牡馬の指標の変化を知りたい・・・
だから、一頭ごとの指標の変化を見ていく。

4. 総合貢献性とAEIの比較その5

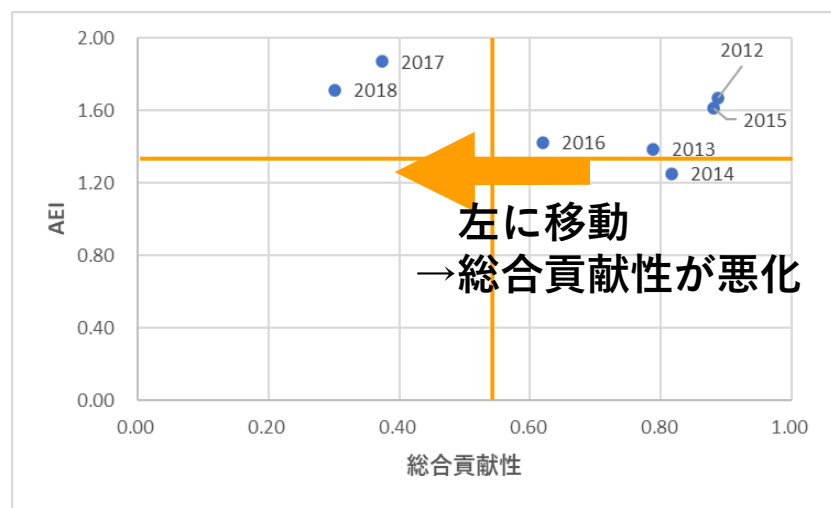


図12 キングカメハメハの総合貢献性とAEIの散布図

キングカメハメハはグループ①に所属していたが、年数が経つにつれて左に移動している傾向がある。

種牡馬の年数が経つにつれて、総合貢献性の悪化につながるのか？



種牡馬ごとに指標の推移グラフを作成すれば、どのような変化をしているのか分かる。

4. 総合貢献性とAEIの比較その6

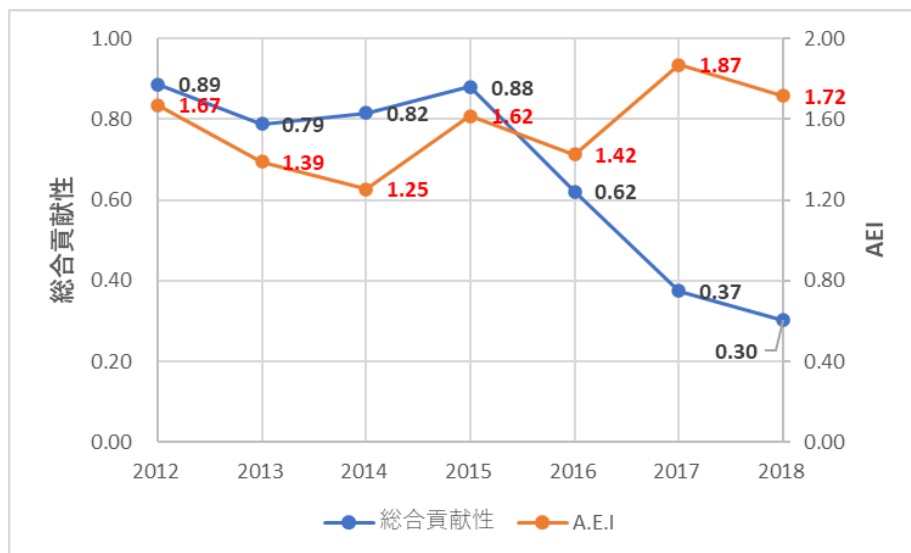


図13 キングカメハメハの総合貢献性とAEIの推移

図を見ると、2016年から総合貢献性の値だけ下降していることが分かる。

指標の評価項目

AEI：産駒の成績

総合貢献性：産駒の成績 + **種牡馬の活動**

赤字の部分はAEIで測ることができない部分。



下降の理由は・・・

種牡馬の活動効率が悪化しているため。
AEIでは種牡馬の活動を評価できない。
しかし、総合貢献性は指標に反映されるため、
影響を受けている。

Question

種牡馬の活動の評価が下がるとはどのようなことなのか？

5. 活動効率性

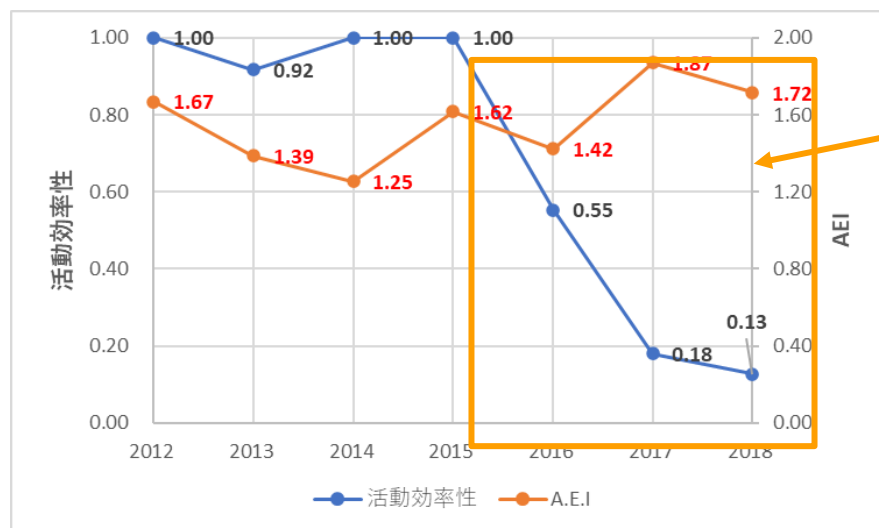


図14 キングカメハメハの活動効率性とAEIの推移

2015年まではどちらの指標とも安定した推移



2016年からは総合貢献性だけが悪化

表1 キングカメハメハの第一段階使用データ

年	種付け料(万円)	種付け年数	出走頭数
2012	600	8	369
2013	700	9	397
2014	800	11	458
2015	800	10	438
2016	1000	12	411
2017	1000	13	309
2018	1200	14	282

2016年から
出走頭数は減少しているが、種付け料は増加している。

活動効率性の悪化原因

種付け料や種付け年数に見合った生産活動が行えなくなった。

6. 種牡馬のピーク

表2 データ数5年分以上の種牡馬の総合貢献性ピーク

種牡馬名	ピーク	種牡馬名	ピーク
ディーピンパクト	12	タニノギムレット	10
キングカメハメハ	8	アドマイヤムーン	9
シンボリクリスエス	9	ハービンジャー	6
クロフネ	14	スクリーンヒーロー	6
ダイワメジャー	5	ブラックタイド	9
ハーツクライ	8	メイショウサムソン	7
ネオユニヴァース	9	キンシャサノキセキ	5
ゼンノロブロイ	10	ヴィクトワールピサ	7
ゴールドアリュール	11	メイショウボーラー	9
ジャングルポケット	11	ルーラーシップ	7
スペシャルウィーク	15	AVERAGE	8.90

右の表は総合貢献性のピークを種付け年数で表している。

キングカメハメハだけでなく、
総合貢献性のピークは種牡馬に必ず存在して、
分析をすることで把握が可能。

7. 総合貢献性の弱点

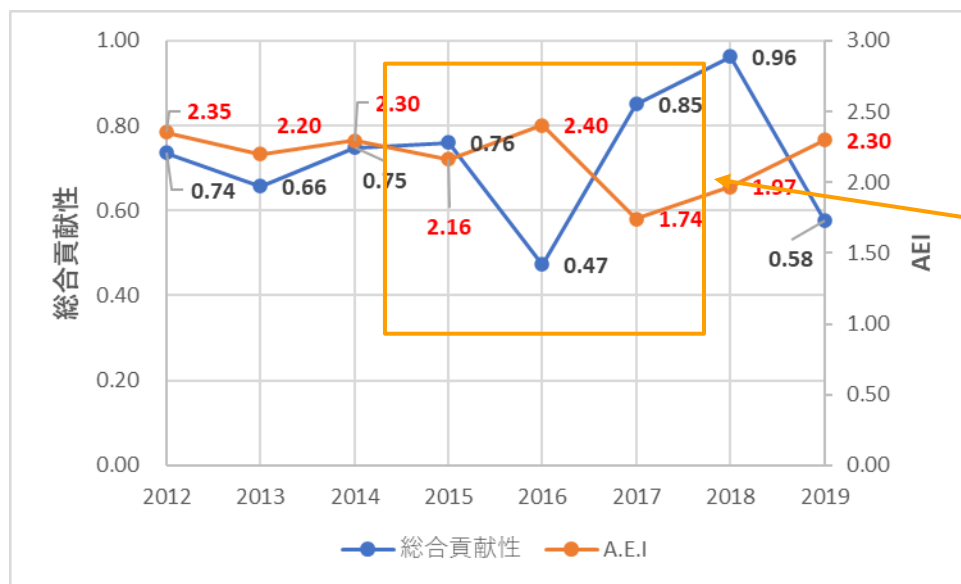


図15 ディープインパクトの総合貢献性とAEIの推移

総合貢献性は、1年ごとのデータを用いて分析しているため、その年だけの評価しかできない。

ディープインパクトは、
枠内の総合貢献性の値が安定していない。
総合貢献性の谷ができています。



だから、1年ごとの分析では、安定感を含めた
種牡馬評価には向いていない。

複数年のデータで分析するメリットは、
種牡馬の安定性も考慮できるところ。

これに取り組むことが今後の課題である。

参考文献

- [1] 刀根薫（1993）「経営効率性の測定と改善—包絡分析法DEAによる」 日科技連出版社
- [2] 競馬用語辞典（JRA）最終閲覧日2022/11/28
<https://www.jra.go.jp/kouza/yougo/>
- [3] サイアーランキング（JBIS Search）最終閲覧日2022/11/28
<https://www.jbis.or.jp/ranking/>
- [4] 種牡馬情報検索（馬市ドットコム）最終閲覧日2022/11/28
<https://umaichi.com/search/index.html>
- [5] 種牡馬情報（【サラブレッドセール（せり市場）＝馬市】 & 【種牡馬】の最新情報 by 馬市.com）最終閲覧日2022/11/28
https://blog.goo.ne.jp/umaichi_news/c/900baf92b43c9c7e2d5c51c9faa24068