富山大学

プロ野球
年俸の決定要因

大村　京可
木下　裕貴

全体の流れ

1 イントロダクション
2 研究目的・研究方法の紹介
3 研究結果
    ・重回帰分析による分析
    ・実際の選手による検証
    ・回帰分析の精度検証
4 考察・まとめ

2018年高年俸選手トップ20

順位	選手	年俸	年齢	順位	選手	年俸	年齢
1	柳田悠岐（ソフトバンク）	5.5億	29歳	１１	攝津正（ソフトバンク）	4億	36歳
2	サファテ（ソフトバンク）	5億	37歳	１２	松田宣浩（ソフトバンク）	4億	35歳
3	メヒア（西武）	5億	32歳	１３	鳥谷敬（阪神）	4億	37歳
4	金子千尋（オリックス）	5億	34歳	１４	糸井嘉男（阪神）	4億	36歳
5	菅野智之（巨人）	4.5億	28歳	１５	五十嵐亮太（ソフトバンク）	3.6億	39歳
6	ゲレーロ（巨人）	4億	31歳	１６	マシソン（巨人）	3.55億	34歳
7	内川聖一（ソフトバンク）	4億	35歳	１７	筒香嘉智（ＤｅＮＡ）	3.5億	26歳
8	バンデンハーク（ソフトバンク）	4億	33歳	１８	メッセンジャー（阪神）	3.5億	36歳
9	デスパイネ（ソフトバンク）	4億	32歳	１９	坂本勇人（巨人）	3.5億	29歳
１０	和田毅（ソフトバンク）	4億	37歳	２０	青木宣親（ヤクルト）	3.5億	36歳

イントロダクション

- 日本のプロ野球選手の年俸は毎年シーズン終了後の契約更改時に、そのシーズンの成績に基づいて来季の年俸が球団から提示される。
- 提示を受けた選手は、その提示額に納得いけば承諾し、納得いかなければ保留、もしくは退団という選択に迫られる。しかし、実際は承諾しない選手は毎年ほんの数人程度である。
- これは提示された金額が「成績」という選手自身も納得せざるをえない要因によって決定されているからだと思われる。
- そこで、実際にプロ野球選手の年俸はどのような要因が大きく影響して決まるのかを検証していくこととする。
- プロ野球選手の年俸は公開されており、誰でも簡単に知ることができる。

先行研究

- 過去の似たような研究を探してみたら、プロ野球の年俸の決定要因について重回帰分析を用いて行った研究が見つかった。

［ＮＰＢ野手の年俸推測と各球団の年俸決定の特徴分析
http://syslab.k.hosei.ac.jp/abst/H26-KT.pdf］

- その研究では、日本プロ野球機構の年俸の特徴を独自の考えを用いつつ、年俸の決定要因について、各要因の関係性（多重共線性）に注意し、慎重に要因を選定して、重回帰分析を行っていた。

- その後、重回帰分析で得られた結果を用いて年俸推測式を作成し、年俸の予測を行っていた。

先行研究

- ～今回の研究との相違点～

先行研究	今回の研究
2015年シーズンのデータを採用	2017年シーズンのデータを採用
対象選手：野手のみ	対象選手：投手・野手
各球団ごとで回帰分析を行っていた	各球団で分けることなく回帰分析を行った

研究目的

- プロ野球選手の年俸は何の要因が大きく影響を及ぼしているのかを実証分析を用いて研究する。
- 実際の選手の年俸を予測する。

研究方法

- 各選手の年俸を決める要因は何か？
  - ・重回帰分析をする
  - ・年俸を被説明変数（目的変数）、2017年シーズンの各選手の成績を説明変数とする。

- 重回帰分析とは
  １つの被説明変数（目的変数）を複数の説明変数で予測しようとする分析

重回帰分析をする上での注意点

- プロ野球の年俸を決める要因は多くありすぎるので、どれを説明変数にすればいいのかわからない。

- ～プロ野球選手の年俸を決める例～
- 投手：年齢、登板、勝利、敗北、セーブ、ホールド、ＨＰ、完投、完封勝利、無四球、勝率、打者、投球回、安打、本塁打、四球、故意四球、死球、三振、暴投、ボーク、失点、自責点、防御率、順位、外国人など

- 野手：年齢、試合、打席、打数、得点、安打、二塁打、三塁打、本塁打、塁打、打点、盗塁、盗塁刺、犠打、犠飛、四球、故意四球、死球、三振、併殺打、打率、長打率、出塁率、順位、外国人など

※NPBの公式HPに載っていた成績より

重回帰分析をする上での注意点

- 多重共線性に注意する必要がある。

- 多重共線性とは、説明変数同士の関係性が強い時、互いに干渉しあって正しく分析できなくなることである。

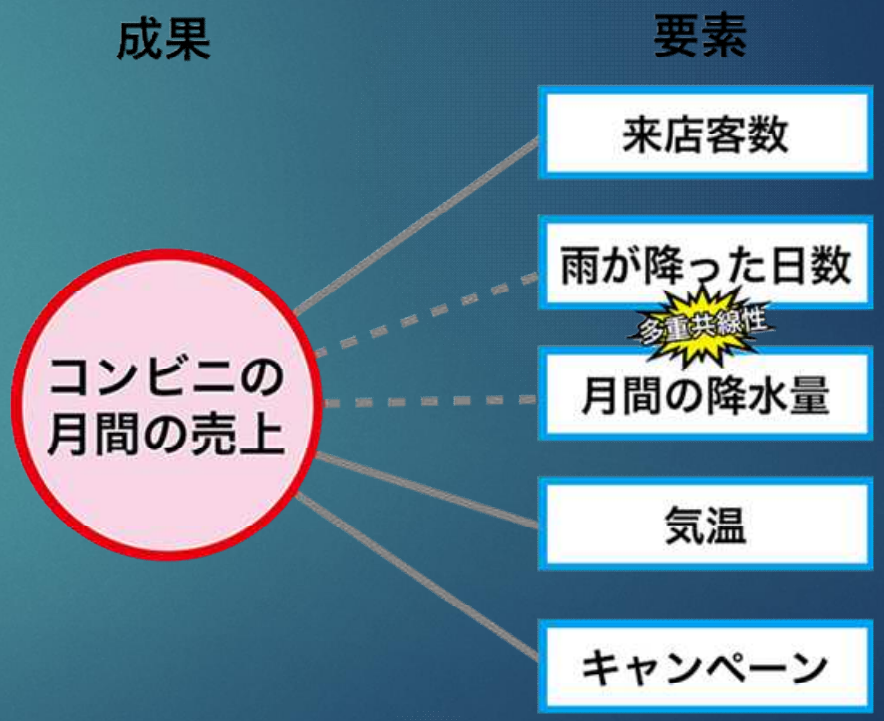
～多重共線性が発生するとどうなるか～

- 分析結果における係数の標準誤差が大きくなる。
- Ｐ値が大きくなる。
- 回帰係数の符号が本来なるべきものとは逆の符号となる。

多重共線性の例

- 「コンビニの月間の売上」を被説明変数（目的変数）とした分析を行う。
- 売上に関係しそうな要素の中に「雨が降った日数」と「月間の降水量」の似たような要素が存在する。
- この状態で分析をすると、多重共線性が発生する。
- なぜならば、「雨が降った日数」が多ければ多いほど「月間の降水量」も増えるので、この２つの要素は相関関係が高いからである。

- このような場合は、どちらか一方を外して再度分析することで、多重共線性を解消することができます。



各成績間の相関係数（投手）

	年齢	登板	勝利	敗北	セーブ	ホールド	HP	完投	完封勝利	無四球	勝率	打者	投球回	安打	本塁打	四球	故意四球	四球	三振	暴投	ボーク	失点	自責点	防御率	Aクラス	外国人	優勝
年齢	1																										
登板	0.256953	1																									
勝利	0.129066	0.305633	1																								
敗北	0.071961	0.197641	0.573001	1																							
セーブ	0.095627	0.431389	0.011597	0.048866	1																						
ホールド	0.205612	0.795318	0.064773	−0.03472	0.140818	1																					
HP	0.210534	0.81748	0.087096	−0.04052	0.174113	0.994401	1																				
完投	−0.02369	0.03162	0.644789	0.433984	−0.06848	−0.13637	−0.14081	1																			
完封勝利	−0.02258	0.043738	0.605167	0.273402	−0.05619	−0.09352	−0.09237	0.769999	1																		
無四球	−0.05436	0.004723	0.38457	0.323429	−0.04454	−0.09864	−0.10389	0.624081	0.414036	1																	
勝率	0.169135	0.397573	0.558254	0.106306	0.068089	0.243154	0.28773	0.193618	0.212062	0.104217	1																
打者	0.124422	0.331917	0.879243	0.813255	0.026342	0.01364	0.01612	0.629904	0.510885	0.396851	0.390452	1															
投球回	0.132146	0.345299	0.890809	0.798981	0.040556	0.027448	0.030433	0.644994	0.53061	0.402356	0.401202	0.998186	1														
安打	0.124547	0.268237	0.824406	0.843141	−0.01986	−0.03438	−0.03631	0.589914	0.437875	0.405786	0.337198	0.983341	0.97447	1													
本塁打	0.092227	0.17473	0.695028	0.80174	−0.05515	−0.08562	−0.09747	0.545987	0.402514	0.359858	0.217143	0.87955	0.871556	0.893457	1												
四球	0.019925	0.291722	0.78817	0.739409	0.013148	−0.02564	−0.01722	0.491465	0.422565	0.270781	0.363459	0.903019	0.890022	0.866262	0.774799	1											
故意四球	0.128129	0.316353	0.160565	0.272631	0.145535	0.161029	0.168474	0.137481	0.030185	0.094319	0.116383	0.246709	0.243639	0.254305	0.236373	0.206927	1										
四球	0.018832	0.212734	0.418758	0.483032	−0.04857	0.012541	0.018975	0.30212	0.271309	0.151821	0.249075	0.563799	0.54821	0.552847	0.50465	0.579491	0.088258	1									
三振	0.129023	0.399865	0.887087	0.707556	0.12665	0.077395	0.083861	0.648425	0.56405	0.327042	0.41911	0.943288	0.952262	0.886415	0.791138	0.852589	0.226584	0.48974	1								
暴投	−0.00148	0.191634	0.488336	0.436063	0.054997	−0.04365	−0.03471	0.284644	0.228801	0.086732	0.244219	0.546469	0.537769	0.527396	0.45043	0.592471	0.21195	0.248104	0.557913	1							
ボーク	0.052783	0.064878	0.151998	0.199763	−0.06382	0.020238	0.012169	0.07712	−0.0088	0.061739	0.124451	0.226348	0.217703	0.239271	0.231265	0.248595	−0.00166	0.215448	0.172135	0.17462	1						
失点	0.093867	0.193233	0.737165	0.872768	−0.07169	−0.08974	−0.09563	0.531428	0.349742	0.383657	0.250974	0.935988	0.91844	0.967285	0.901034	0.862744	0.235818	0.555594	0.812454	0.540052	0.262153	1					
自責点	0.103317	0.168956	0.673584	0.829276	−0.07237	−0.09822	−0.10476	0.477266	0.270506	0.363906	0.220941	0.878622	0.861368	0.91231	0.857092	0.817669	0.237749	0.509425	0.750571	0.492134	0.26312	0.942914	1				
防御率	−0.13239	−0.36935	−0.31226	−0.22548	−0.15836	−0.24134	−0.25689	−0.10286	−0.07891	−0.07085	−0.40027	−0.30946	−0.3194	−0.26632	−0.17195	−0.29107	−0.15644	−0.18387	−0.32394	−0.16401	0.004014	−0.18887	−0.20736	1			
Aクラス	−0.00372	0.059902	0.126595	−0.06962	0.05799	0.065209	0.069597	−0.04664	−0.01029	−0.10969	0.121268	0.04083	0.047875	0.009804	−0.02414	0.042508	−0.03193	0.081182	0.10189	0.072042	−0.00668	−0.01654	−0.01505	−0.01808	1		
外国人	0.215275	0.222984	0.17879	0.109079	0.256896	0.202423	0.207906	−0.03458	0.013477	−0.05858	0.112142	0.161005	0.166653	0.147566	0.062879	0.131158	0.117429	0.037092	0.20831	0.139038	0.076138	0.11533	0.081841	−0.1064	0.127459	1	
優勝	−0.04475	0.051096	0.146747	−0.09263	0.055628	0.073435	0.078788	−0.06703	−0.03727	−0.03632	0.111142	0.036852	0.042546	0.005771	−0.01311	0.071334	−0.13001	−0.00982	0.066041	−0.0102	−0.03032	−0.0161	−0.01547	−0.05758	0.388665	0.09667	1

黄色0.5~0.6　緑：0.6~0.7　青：0.7以上

	年齢	登板	勝利	敗北	セーブ	ホールド	HP	完投	完封勝利	無四球	勝率	打者
年齢	1											
登板	0.256953	1										
勝利	0.129066	0.305633	1									
敗北	0.071961	0.197641	0.573001	1								
セーブ	0.095627	0.431389	0.011597	0.048866	1							
ホールド	0.205612	0.795318	0.064773	−0.03472	0.140818	1						
HP	0.210534	0.81748	0.087096	−0.04052	0.174113	0.994401	1					
完投	−0.02369	0.03162	0.644789	0.433984	−0.06848	−0.13637	−0.14081	1				
完封勝利	−0.02258	0.043738	0.605167	0.273402	−0.05619	−0.09352	−0.09237	0.769999	1			
無四球	−0.05436	0.004723	0.38457	0.323429	−0.04454	−0.09864	−0.10389	0.624081	0.414036	1		
勝率	0.169135	0.397573	0.558254	0.106306	0.068089	0.243154	0.28773	0.193618	0.212062	0.104217	1	

各成績間の相関係数（野手）

	年齢	試合	打席	打数	得点	安打	二塁打	三塁打	本塁打	塁打	打点	盗塁	盗塁刺	犠打	犠飛	四球	故意四球	死球	三振	併殺打	打率	長打率	出塁率	Aクラス	外国人	優勝
年齢	1																									
試合	0.313293	1																								
打席	0.246782	0.937875	1																							
打数	0.246428	0.9375	0.99858	1																						
得点	0.165977	0.869206	0.950357	0.945134	1																					
安打	0.238874	0.908816	0.986598	0.988515	0.953203	1																				
二塁打	0.181842	0.832363	0.910607	0.912868	0.91732	0.93582	1																			
三塁打	−0.00735	0.540615	0.554562	0.557961	0.538879	0.546266	0.475125	1																		
本塁打	0.200561	0.657214	0.75129	0.746666	0.802677	0.749867	0.733016	0.197523	1																	
塁打	0.230355	0.883784	0.970174	0.970409	0.964624	0.980816	0.940363	0.496097	0.860294	1																
打点	0.263433	0.826906	0.905125	0.901966	0.90682	0.906639	0.880202	0.374948	0.915765	0.95804	1															
盗塁	0.007947	0.504709	0.556364	0.55609	0.625392	0.569985	0.516473	0.605067	0.26422	0.520231	0.389394	1														
盗塁刺	−0.0193	0.541363	0.574096	0.577093	0.612527	0.582219	0.516522	0.628116	0.255833	0.526331	0.38852	0.733728	1													
犠打	−0.01302	0.416775	0.354531	0.341464	0.281242	0.290462	0.204543	0.454505	−0.04907	0.209571	0.126031	0.324614	0.355506	1												
犠飛	0.220654	0.680444	0.714431	0.707172	0.689291	0.71285	0.689259	0.361975	0.606566	0.722009	0.763852	0.329996	0.32512	0.18465	1											
四球	0.253743	0.801892	0.891283	0.871423	0.896181	0.871525	0.817163	0.38163	0.788716	0.891277	0.873771	0.461398	0.438545	0.152028	0.669435	1										
故意四球	0.138324	0.402507	0.435323	0.422709	0.455159	0.435678	0.443339	0.146562	0.457743	0.4667	0.467296	0.178268	0.219528	0.018091	0.324632	0.531079	1									
死球	0.122545	0.640918	0.698882	0.692451	0.665276	0.674964	0.631018	0.376318	0.569706	0.681026	0.642907	0.347488	0.398979	0.222576	0.522444	0.614876	0.294514	1								
三振	0.195671	0.883015	0.928704	0.927648	0.901971	0.897459	0.83866	0.501925	0.806284	0.919954	0.881647	0.496212	0.506117	0.281604	0.626505	0.841863	0.433029	0.664168	1							
併殺打	0.31634	0.766527	0.823569	0.824982	0.741136	0.805608	0.746279	0.26044	0.749911	0.825371	0.830339	0.255276	0.244549	0.152305	0.60132	0.757924	0.387157	0.555597	0.769068	1						
打率	0.140525	0.501074	0.496294	0.497046	0.479121	0.523768	0.497226	0.268523	0.367435	0.506387	0.465685	0.275845	0.292197	0.149325	0.364834	0.438271	0.200884	0.342413	0.452523	0.389344	1					
長打率	0.127988	0.441941	0.4597	0.458423	0.478487	0.481987	0.489102	0.214969	0.509977	0.519256	0.520952	0.204426	0.20665	0.03828	0.356413	0.448815	0.226153	0.352123	0.466533	0.399707	0.830603	1				
出塁率	0.171078	0.51924	0.512665	0.505295	0.502426	0.522983	0.496994	0.244219	0.407812	0.516856	0.49211	0.268205	0.270047	0.137517	0.376657	0.522074	0.250276	0.388298	0.477992	0.415939	0.937003	0.807202	1			
Aクラス	0.045676	0.099205	0.101462	0.096442	0.182533	0.117954	0.151248	0.047339	0.171516	0.144397	0.193546	0.058201	0.071587	0.065831	0.157844	0.117105	0.067075	0.054935	0.090028	0.045362	0.157572	0.218934	0.167735	1		
外国人	0.108869	0.207587	0.252557	0.258802	0.244097	0.258096	0.245462	−0.0793	0.539184	0.347208	0.403163	−0.04205	−0.05016	−0.12781	0.195498	0.230808	0.164091	0.2359	0.342688	0.390201	0.141532	0.244346	0.146101	0.076203	1	
優勝	0.072267	0.004049	−0.01171	−0.01767	0.057544	0.005629	−0.00212	0.051657	0.082334	0.029623	0.075152	0.024668	0.069289	0.062375	0.094243	0.017862	0.034299	−0.0715	−0.00586	−0.04759	0.091497	0.112203	0.083218	0.487995	0.048619	1

黄色0.5~0.6　緑：0.6~0.7　青：0.7以上

	年齢	試合	打席	打数	得点	安打	二塁打	三塁打	本塁打	塁打	打点	盗塁
年齢	1											
試合	0.313293	1										
打席	0.246782	0.937875	1									
打数	0.246428	0.9375	0.99858	1								
得点	0.165977	0.869206	0.950357	0.945134	1							
安打	0.238874	0.908816	0.986598	0.988515	0.953203	1						
二塁打	0.181842	0.832363	0.910607	0.912868	0.91732	0.93582	1					
三塁打	-0.00735	0.540615	0.554562	0.557961	0.539875	0.546266	0.475125	1				
本塁打	0.200561	0.657214	0.75129	0.746666	0.802677	0.749867	0.733016	0.197523	1			
塁打	0.230355	0.883784	0.970174	0.970409	0.964624	0.980816	0.940363	0.496097	0.860294	1		

重回帰分析

説明変数になりうる相関関係の弱い要因を抜粋し、
以下のように決めた。

	投手	野手
1	年齢	年齢
2	投球回	試合数
3	防御率	出塁率
4	セーブ数	–
5	外国人か否か	外国人か否か
6	優勝か否か	優勝か否か

※５と６はダミー変数

仮説（投手）

- 年齢・・・プロ野球は実力主義で、若くして活躍している選手はたくさんいるが、年齢はある程度関係していると思う。メジャーリーグの場合は年齢に関係なく完全な実力主義のイメージだが日本プロ野球の場合は年功序列の考えが根強く残っていると思う。（因果関係あり）
- 投球回・・・投球回が多いということはある程度信頼されており、実績のある投手が多くの投球回を投げるということだから関係していると思う。（大きな因果関係あり）
- 防御率・・・防御率が高ければ多くの失点をしてるということだから年俸が低くなると思う。（因果関係あり）
- セーブ数・・・抑え投手はコスパがいいとよく言われるので、大きな関係があると思う。（因果関係あり）
- 外国人か否か・・・外国人はたくさん給料をもらってるイメージがあるので関係あると思う。（大きな因果関係あり）
- 優勝か否か・・・優勝するチームの選手は成績が良い選手が多いため、もちろん関係していると思う。（因果関係あり）

仮説（野手）

- 年齢・・・プロ野球は実力主義で、若くして活躍している選手はたくさんいるが、年齢はある程度関係していると思う。メジャーリーグの場合は年齢に関係なく完全な実力主義のイメージだが日本プロ野球の場合は年功序列の考えが根強く残っていると思う。（因果関係あり）

- 試合数・・・試合数が多いということは実績があり、結果を残している選手ということだから、大きく関係していると思う。（大きな因果関係あり）

- 出塁率・・・試合数と同様、出塁率が上がればもちろん年俸は上がると思う。（因果関係あり）

- 外国人か否か・・・外国人はたくさん給料をもらってるイメージがあるので関係あると思う。（大きな因果関係あり）

- 優勝か否か・・・優勝するチームの選手は成績が良い選手が多いため、もちろん関係していると思う。（因果関係あり）

対象となる選手データ

- 対象となる選手
  - ・2017年と2018年のどちらにも日本プロ野球の同じチームに所属していた選手を対象とする。
  - ・1軍の試合に出場経験のあった選手に限る。さらに投手の場合は投球回が15回以上の選手に絞る。←防御率の数値を落ち着かせる狙い。

- 対象数（サンプル数）
  - 投手176
  - 野手273

- 対象外の例
  - 松坂大輔（2017年：ソフトバンク→2018年：中日）
  - 今村信貴（2017年：投球回６）

選手名	年俸	ポジション	年数	出身地	チーム	年度	年齢	試合	打席	打数	得点	安打	二塁打	三塁打	本塁打	塁打	打点	盗塁	盗塁刺	犠打	犠飛	四球	故意四球	死球	三振	併殺打	打率	長打率	出塁率	Aクラス	外国人	優勝
G　後藤　武敏	1890	内野手	16年	静岡	DeNA	2017	38	26	29	26	0	3	1	0	0	4	3	0	0	0	0	3	0	0	7	1	0.115	0.154	0.207	1	0	0
ロペス	23000	内野手	6年	ベネズエラ	DeNA	2017	34	142	606	569	72	171	42	0	30	303	105	0	0	0	8	27	0	2	80	14	0.301	0.533	0.33	1	1	0
乙坂　智	2100	外野手	7年	神奈川	DeNA	2017	24	83	66	63	7	12	3	0	2	21	3	0	0	1	0	1	0	1	13	0	0.190	0.333	0.215	1	0	0
梶谷　隆幸	12800	外野手	12年	島根	DeNA	2017	29	137	578	511	83	124	27	2	21	218	60	21	3	0	2	62	2	3	157	10	0.243	0.427	0.327	1	0	0
関根　大気	1570	外野手	5年	愛知	DeNA	2017	23	29	20	19	4	3	0	0	0	3	1	0	0	0	0	1	0	0	5	0	0.158	0.158	0.2	1	0	0
宮崎　敏郎	8000	内野手	6年	佐賀	DeNA	2017	29	128	523	480	53	155	28	1	15	230	62	0	0	0	1	38	1	4	47	23	0.323	0.479	0.377	1	0	0
桑原　将志	8500	外野手	7年	大阪	DeNA	2017	25	143	664	598	87	161	38	5	13	248	52	10	11	10	0	45	0	11	116	8	0.269	0.415	0.332	1	0	0
戸柱　恭孝	3800	捕手	3年	鹿児島	DeNA	2017	28	112	363	336	25	72	13	0	9	112	52	0	0	6	2	19	0	0	59	9	0.214	0.333	0.255	1	0	0
荒波　翔	3000	外野手	8年	神奈川	DeNA	2017	32	47	65	62	8	14	5	0	0	19	1	0	0	0	0	2	0	1	16	1	0.226	0.306	0.262	1	0	0
佐野　恵太	700	内野手	2年	岡山	DeNA	2017	23	18	24	21	1	2	1	0	0	3	1	0	0	0	0	3	0	0	5	0	0.095	0.143	0.208	1	0	0
細川　成也	540	外野手	2年	神奈川	DeNA	2017	19	2	6	5	2	2	0	0	2	8	4	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0.400	1.6	0.5	1	0	0
山下　幸輝	1140	内野手	4年	千葉	DeNA	2017	25	21	21	21	3	3	2	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0.143	0.238	0.143	1	0	0
柴田　竜拓	2300	内野手	3年	岡山	DeNA	2017	24	88	248	215	25	50	8	0	1	61	11	1	1	11	2	17	0	3	50	2	0.233	0.284	0.295	1	0	0
西森　将司	610	捕手	7年	京都	DeNA	2017	30	8	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0.000	0	0	1	0	0
石川　雄洋	5500	内野手	14年	静岡	DeNA	2017	32	63	192	167	18	41	7	0	2	54	11	1	1	6	3	12	0	4	41	4	0.246	0.323	0.306	1	0	0
倉本　寿彦	7300	内野手	4年	神奈川	DeNA	2017	27	143	539	507	49	133	27	1	2	168	50	3	1	9	1	18	0	4	102	10	0.262	0.331	0.292	1	0	0
田中　浩康	2200	内野手	14年	京都	DeNA	2017	36	66	175	154	15	31	3	1	1	39	20	2	0	8	0	11	0	2	25	4	0.201	0.253	0.263	1	0	0
筒香　嘉智	35000	外野手	9年	和歌山	DeNA	2017	26	139	601	503	85	143	31	0	28	258	94	1	0	0	3	93	3	2	115	7	0.284	0.513	0.396	1	0	0
白根　尚貴	540	外野手	7年	島根	DeNA	2017	25	12	13	13	2	3	0	0	1	6	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0.231	0.462	0.231	1	0	0
飛雄馬	750	内野手	7年	大阪	DeNA	2017	27	3	5	5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0	0	1	0	0
嶺井　博希	1900	捕手	5年	沖縄	DeNA	2017	27	52	135	121	14	30	3	1	3	44	12	0	0	4	0	4	0	6	35	3	0.248	0.364	0.305	1	0	0
Ｔ－岡田	12000	外野手	13年	大阪	オリックス	2017	30	143	593	504	77	134	19	0	31	246	68	2	1	0	1	83	1	5	141	10	0.266	0.488	0.374	0	0	0
マレーロ	10900	内野手	2年	アメリカ	オリックス	2017	30	82	319	283	39	82	15	1	20	159	50	1	0	0	2	29	1	5	84	6	0.290	0.562	0.364	0	1	0
ロメロ	28750	外野手	2年	アメリカ	オリックス	2017	29	103	424	390	55	107	13	0	26	198	66	2	1	0	1	27	0	6	98	12	0.274	0.508	0.33	0	1	0
安達　了一	6400	内野手	7年	群馬	オリックス	2017	30	109	380	316	40	64	9	3	3	88	26	4	3	17	0	37	0	10	61	5	0.203	0.278	0.306	0	0	0
岡崎　大輔	610	内野手	2年	埼玉	オリックス	2017	19	5	14	14	1	2	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0.143	0.143	0.143	0	0	0
吉田　正尚	3100	外野手	3年	福井	オリックス	2017	25	64	268	228	42	71	11	0	12	118	38	1	1	0	1	38	2	1	32	9	0.311	0.518	0.41	0	0	0
吉田　雄人	510	外野手	5年	北海道	オリックス	2017	23	11	8	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0.000	0	0	0	0	0
宮崎　祐樹	1800	外野手	8年	佐賀	オリックス	2017	31	52	146	137	9	37	7	2	2	54	13	0	1	1	1	6	0	1	32	0	0.270	0.394	0.303	0	0	0
後藤　駿太	2900	外野手	8年	群馬	オリックス	2017	25	129	329	296	29	71	16	7	2	107	27	4	3	13	4	15	1	1	76	3	0.240	0.361	0.275	0	0	0
山崎　勝己	1160	捕手	18年	兵庫	オリックス	2017	35	17	22	18	1	2	2	0	0	4	2	0	0	2	0	2	0	0	4	0	0.111	0.222	0.2	0	0	0
縞田　拓弥	1250	内野手	7年	福岡	オリックス	2017	31	5	9	7	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	0	0	1	1	0.143	0.143	0.333	0	0	0
若月　健矢	2000	捕手	5年	埼玉	オリックス	2017	22	100	256	218	16	44	8	2	1	59	18	0	0	23	2	10	0	3	50	9	0.202	0.271	0.245	0	0	0
宗　佑磨	650	内野手	4年	東京	オリックス	2017	22	10	26	22	2	4	1	0	0	5	0	0	3	0	0	3	0	1	6	1	0.182	0.227	0.308	0	0	0
小谷野　栄一	6300	内野手	16年	東京	オリックス	2017	37	130	506	470	41	130	14	1	6	164	47	0	0	3	2	28	0	3	60	13	0.277	0.349	0.32	0	0	0
小田　裕也	1150	外野手	4年	熊本	オリックス	2017	28	43	20	17	4	1	0	0	0	1	0	0	0	2	0	1	0	0	7	0	0.059	0.059	0.111	0	0	0
小島　脩平	2300	内野手	7年	群馬	オリックス	2017	31	61	182	164	17	35	5	2	2	50	19	3	0	9	2	7	0	0	21	4	0.213	0.305	0.243	0	0	0
杉本　裕太郎	700	外野手	3年	徳島	オリックス	2017	27	9	17	17	2	2	1	0	1	6	2	0	0	0	0	0	0	0	6	1	0.118	0.353	0.118	0	0	0
大城　滉二	2800	内野手	3年	沖縄	オリックス	2017	25	122	400	345	28	85	10	1	2	103	21	7	4	35	1	16	0	3	59	6	0.246	0.299	0.285	0	0	0
中島　宏之	35000	内野手	16年	兵庫	オリックス	2017	35	124	489	431	36	123	19	0	9	169	49	0	0	0	5	46	0	7	93	11	0.285	0.392	0.36	0	0	0

投手　重回帰分析結果

概要								
回帰統計								
重相関 R	0.689241							
重決定 R2	0.475054							
補正 R2	0.456417							
標準誤差	7219.308							
観測数	176							
分散分析表								
	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F			
回帰	6	7.97E+09	1.33E+09	25.48963	1.92E-21			
残差	169	8.81E+09	52118408					
合計	175	1.68E+10						
	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	-21880.2	3969.943	-5.51147	1.31E-07	-29717.3	-14043.2	-29717.3	-14043.2
年齢	857.777	126.1198	6.801289	1.71E-10	608.8039	1106.75	608.8039	1106.75
投球回	65.62562	12.4243	5.282039	3.89E-07	41.09881	90.15244	41.09881	90.15244
防御率	-133.583	333.5893	-0.40044	0.689338	-792.121	524.9561	-792.121	524.9561
外国人	6438.036	1939.508	3.319417	0.001105	2609.252	10266.82	2609.252	10266.82
優勝	4007.378	1452.021	2.759863	0.006421	1140.943	6873.812	1140.943	6873.812
セーブ	265.076	79.62701	3.328971	0.00107	107.8843	422.2677	107.8843	422.2677

投手　回帰分析結果

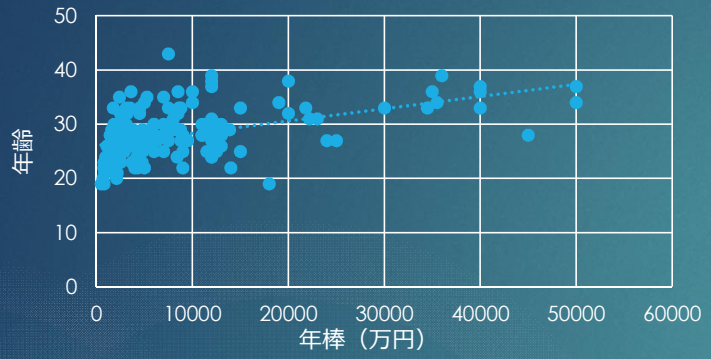
回帰統計	
重相関 R	0.689241
決定係数	0.456417

	係数	t	P-値
切片	-21880.2	-5.51147	1.31E-07
年齢	857.777	6.801289	1.71E-10
投球回	65.62562	5.282039	3.89E-07
防御率	-133.583	-0.40044	0.689338
外国人	6438.036	3.319417	0.001105
優勝	4007.378	2.759863	0.006421
セーブ	265.076	3.328971	0.00107

有意水準　黄色：１％とする。

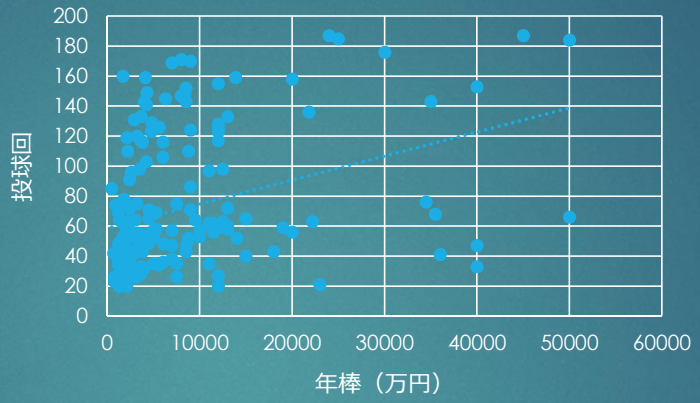
年俸との相関関係（投手）

年棒と年齢の散布図（投手）



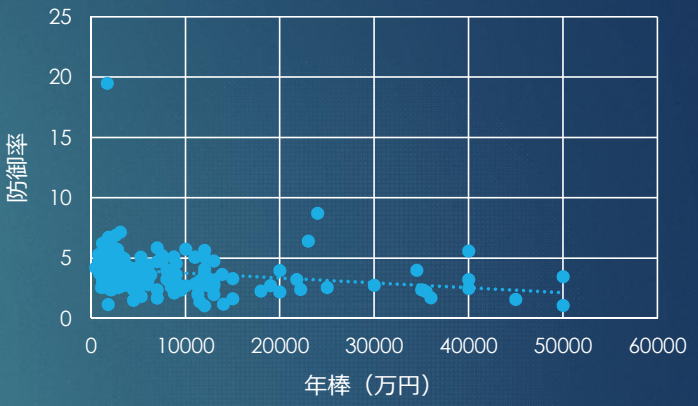
相関関係：0.459318
（相関あり）

年棒と投球回の散布図



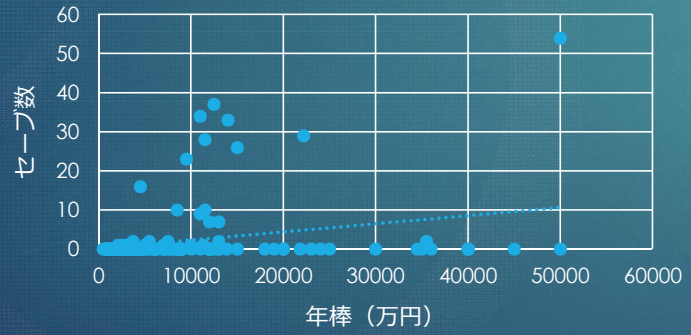
相関関係：0.463917
（相関あり）

年棒と防御率の散布図



相関関係：-0.22945
（やや相関あり）

年棒とセーブ数の散布図



相関関係：0.305637
（やや相関あり）

| r | =	0.7～1	かなり強い相関がある
| r | =	0.4～0.7	相関あり
| r | =	0.2～0.4	やや相関あり
| r | =	0～0.2	ほとんど相関なし

重回帰分析の考察（投手）

- 決定水準（Ｒ２）：0.475
- 算出された係数は良い結果が得られた。
  防御率が上がると年俸は下がる→係数がマイナスになった
- 年齢、投球回、外国人、優勝、セーブはすべて有意であった。
- 年俸とそれぞれの要因についてもある程度相関を見つけることができた。

野手　重回帰分析結果

概要								
回帰統計								
重相関 R	0.654536							
重決定 R2	0.428418							
補正 R2	0.417714							
標準誤差	7329.898							
観測数	273							
分散分析表								
	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F			
回帰	5	1.08E+10	2.15E+09	40.02488	1.24E-30			
残差	267	1.43E+10	53727406					
合計	272	2.51E+10						
	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	-13322.2	2834.175	-4.70054	4.16E-06	-18902.3	-7741.98	-18902.3	-7741.98
年齢	414.6311	98.42127	4.21282	3.45E-05	220.8506	608.4116	220.8506	608.4116
試合	84.75839	11.51233	7.362403	2.24E-12	62.0919	107.4249	62.0919	107.4249
出塁率	5217.803	4692.596	1.111922	0.267172	-4021.4	14457	-4021.4	14457
外国人	9753.719	1936.523	5.036717	8.73E-07	5940.92	13566.52	5940.92	13566.52
優勝	1685.397	1174.912	1.434488	0.152603	-627.874	3998.668	-627.874	3998.668

野手　回帰分析結果

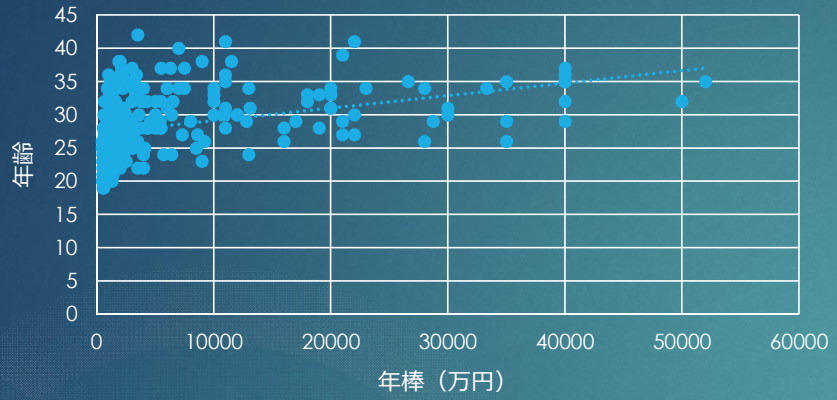
回帰統計	
重相関 R	0.654536
決定係数	0.417714

	係数	t	P-値
切片	-13322.2	-4.70054	4.16E-06
年齢	414.6311	4.21282	3.45E-05
試合	84.75839	7.362403	2.24E-12
出塁率	5217.803	1.111922	0.267172
外国人	9753.719	5.036717	8.73E-07
優勝	1685.397	1.434488	0.152603

有意水準　　黄色：１％とする。

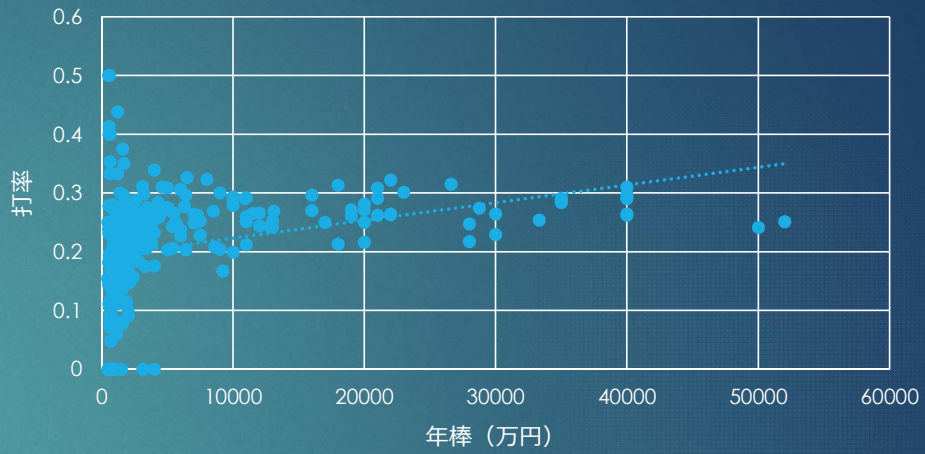
年俸との相関関係（野手）

年棒と年齢の散布図（野手）



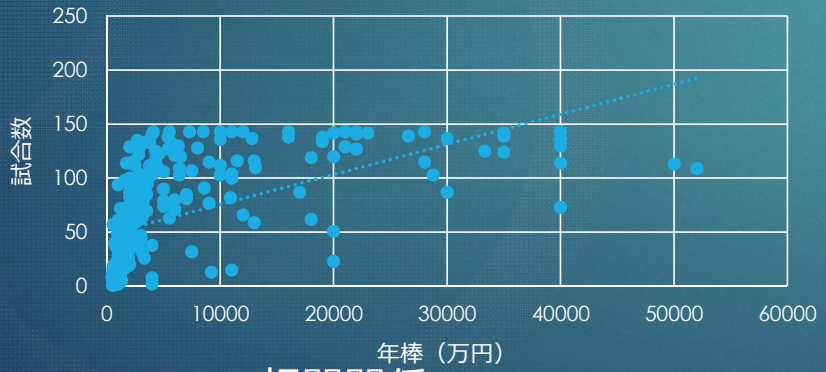
相関関係：0.378367
（やや相関あり）

年棒と打率の散布図



相関関係：0.310103
（やや相関あり）

年棒と試合数の散布図



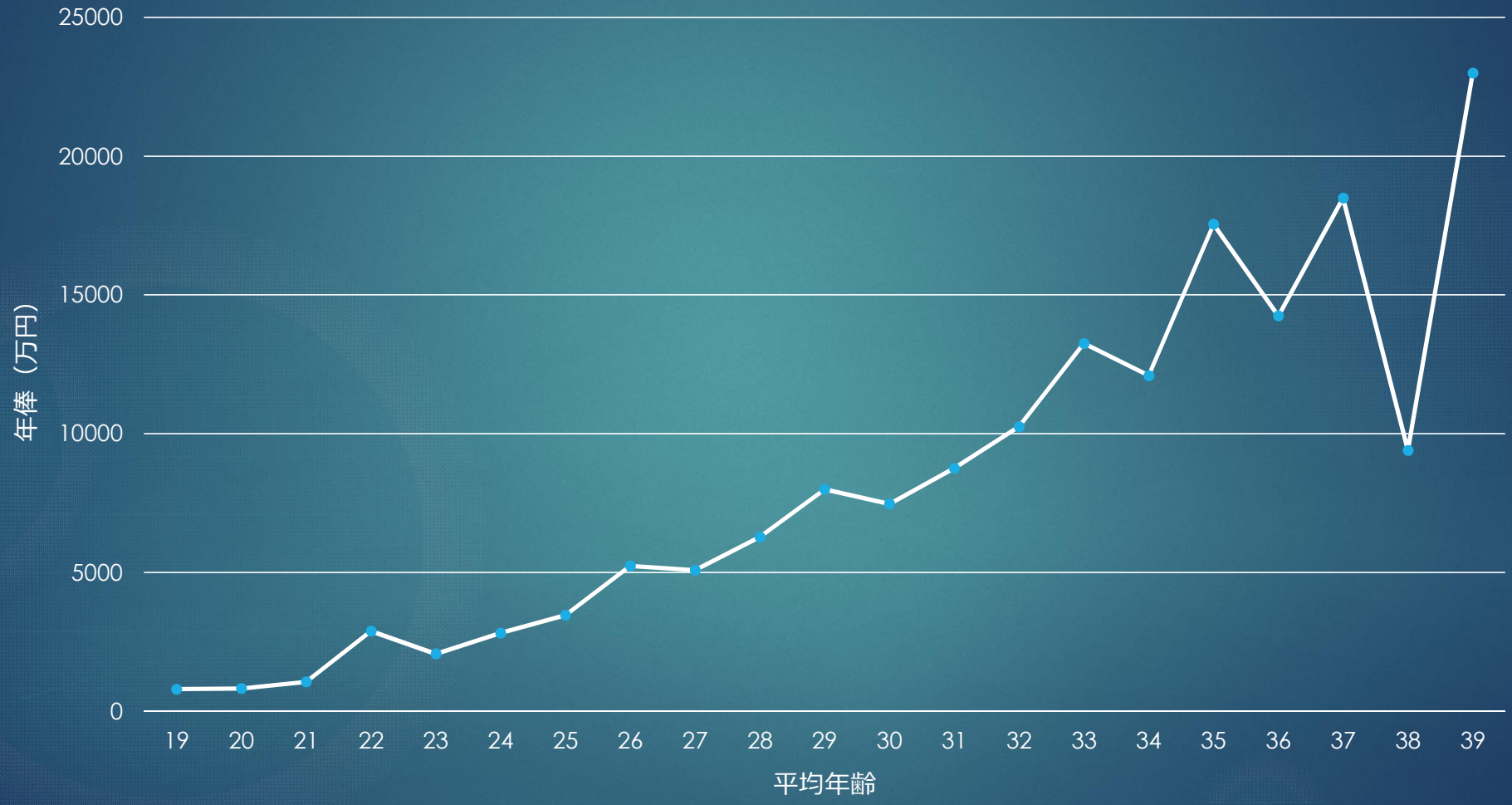
相関関係：0.564423
（相関あり）

| r | =	0.7～1	かなり強い相関がある
| r | =	0.4～0.7	相関あり
| r | =	0.2～0.4	やや相関あり
| r | =	0～0.2	ほとんど相関なし

重回帰分析の考察（野手）

- 決定水準（Ｒ２）：0.428
- 係数は良い数字が算出された。
- 年齢、試合数、外国人はすべて有意だった。
- 年俸とそれぞれの要因についてもある程度相関が見つけることができた。

年俸と年齢の関係


25000
20000
15000
10000
5000
0
年俸（万円）
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
平均年齢

検証

- 重回帰分析の結果で算出された、係数等を用いて年俸推測式を作成し、全選手の実際の数値を当てはめてみる。

- 年俸推測式（投手）
- **y=**（年齢×**858**）＋（投球回×**66**）＋（防御率×－**134**）＋
- （外国人　×**6438**）＋（優勝×**4007**）＋（セーブ×**265**）－**21880**

- 年俸推測式（野手）
- **y=**（年齢×**415**）＋（試合×**85**）＋（出塁率×**5218**）＋
- （外国人×**9753**）＋（優勝×**1685**）－**13322**

検証例

投手

＜吉見一起　2018年＞

- **y=33**(年齢)×**858** ＋ **75**(投球回)×**66** ＋ **5.23**(防御率)×－**134** ＋
- **0**(外国人)×**6438** ＋ **0**(優勝)×**4007**＋ **0**(セーブ)×**265** －**21880**(切片)

=10884万円　(実際は7500万円)

＜ドリス　2018年＞

- **y=30**(年齢)×**858** ＋ **63**(投球回)×**66** ＋ **2.71**(防御率)×－**134** ＋
- **1**(外国人)×**6438**＋ **0**(優勝)×**4007**＋ **37**(セーブ)×**265** －**21880**(切片)

=23898万円（実際は12500万円）

検証例

野手

＜ロペス　**2018**年＞

- **y= 34**(年齢)×**415** ＋ **142**(試合)×**85** ＋ **0.33**(出塁率)×**5218** ＋
- **1**(外国人)×**9753** ＋ **0**(優勝)×**1685**－**13322**(切片)
- **=24339**万円（実際は**23000**万円)

＜鈴木誠也　**2018**年＞

- **y= 23**(年齢)×**415** ＋ **115**(試合)×**85** ＋ **0.389**(出塁率)×**5218** ＋
- **0**(外国人)×**9753** ＋ **1**(優勝)×**1685**－**13322**(切片)
- **=9746**万円　(実際は**9000**万円)

投手検証結果（一部抜粋）

選手名	実際の年俸	予測年俸	誤差 |r|
田原　誠次	3600	3605	5
鍵谷　陽平	5000	4974	26
柳　裕也	1450	1413	37
石田　健大	6000	6110	110
白村　明弘	2100	2292	192
松永　昂大	6000	5805	195
山﨑　福也	1700	1950	250
今永　昇太	8400	8081	319
小林　慶祐	2000	1677	323
小笠原　慎之介	2100	2485	385
ディクソン	21800	21414	386
池田　駿	2000	1563	437
秋吉　亮	8500	8041	459
カミネロ	22200	22675	475
三嶋　一輝	2100	2589	489
西村　健太朗	8600	9125	525
又吉　克樹	8800	8261	539
釜田　佳直	2300	1745	555
玉井　大翔	1100	1665	565

選手名	実際の年俸	予測年俸	誤差 |r|
福谷　浩司	2800	2233	567
笠原　祥太郎	1200	601	599
大谷　智久	8800	9448	648
鈴木　翔太	1200	1849	649
畠　世周	2400	3063	663
公文　克彦	1730	2442	712
濵口　遥大	4750	5494	744
森原　康平	1600	2357	757
小澤　怜史	700	1490	790
小川　泰弘	9000	9949	949
平井　克典	1600	2594	994
種市　篤暉	480	533	1013
上原　健太	1200	121	1079
金田　和之	2200	3304	1104
三ツ間　卓也	1200	2326	1126
岩崎　優	4500	5652	1152
松田　遼馬	1500	345	1155
宮國　椋丞	2400	3555	1155
田口　麗斗	9000	7813	1187
青柳　晃洋	1300	2505	1205

選手名	実際の年俸	予測年俸	誤差 |r|
武田　翔太	9000	7770	1230
近藤　大亮	3500	4770	1270
石崎　剛	1800	3109	1309
菅原　秀	1200	113	1313
田中　健二朗	6100	4713	1387
武隈　祥太	7000	5584	1416
吉川　光夫	7000	5581	1419
石川　歩	11000	9580	1420
吉田　侑樹	950	483	1433
小野　泰己	1800	3277	1477
塩見　貴洋	3800	5311	1511
吉田　一将	3000	4618	1618
石川　直也	1300	353	1653
関谷　亮太	2050	3747	1697
中﨑　翔太	11500	9801	1699
マテオ	19000	17256	1745
加藤　拓也	1450	3199	1749
中川　皓太	1560	217	1777
酒居　知史	2250	4035	1785
岩嵜　翔	13000	11166	1834

平均誤差
３２２７万

野手検証結果（一部抜粋）

選手名	実際の年俸	予測年俸	誤差 |r|
高橋　周平	1650	1720	70
ビシエド	17000	17526	526
井領　雅貴	900	1551	651
宇佐見　真吾	1700	1040	660
奥村　展征	950	1518	568
吉村　裕基	4000	4525	525
金澤　岳	1040	1128	88
江越　大賀	1600	1171	429
黒羽根　利規	1900	2598	698
坂本　誠志郎	1600	1987	387
三輪　正義	1500	2148	648
縞田　拓弥	1250	1706	456
杉山　翔大	2000	2336	336
杉谷　拳士	2100	1902	198
西田　明央	1560	1949	389
石川　駿	650	905	255
土生　翔平	550	408	142
牧原　大成	1200	1326	126
鈴木　誠也	9000	9713	713

選手名	実際の年俸	予測年俸	誤差 |r|
平沢　大河	1310	386	924
茂木　栄五郎	6400	7324	924
岡田　幸文	3140	4112	972
斉藤　彰吾	1200	215	985
近藤　弘基	810	291	1101
炭谷　銀仁朗	11000	9891	1109
高濱　卓也	1200	2330	1130
下水流　昂	1000	2157	1157
茶谷　健太	520	643	1163
山本　泰寛	1800	611	1189
清水　優心	1000	2198	1198
森越　祐人	1000	2222	1222
T-岡田	12000	13235	1235
白根　尚貴	540	722	1262
鈴木　大地	11000	12279	1279
細谷　圭	2520	3808	1288
磯村　嘉孝	850	2172	1322
ロペス	23000	24333	1333
ペゲーロ	20000	21354	1354
井野　卓	900	2254	1354

選手名	実際の年俸	予測年俸	誤差 |r|
吉田　正尚	3100	4632	1532
山下　幸輝	1140	416	1556
中島　卓也	8600	7016	1584
枡田　慎太郎	1900	3484	1584
渡邊　諒	790	801	1591
横尾　俊建	1300	2915	1615
嶋　基宏	10000	11662	1662
大山　悠輔	2500	4210	1710
井上　晴哉	1350	3092	1742
谷内　亮太	1050	2862	1812
岡　大海	2000	3995	1995
中村　晃	16000	13990	2010
溝脇　隼人	650	1361	2011
坂田　遼	1200	3223	2023
村林　一輝	600	1457	2057
庄司　隼人	630	2687	2057
足立　祐一	1800	3861	2061
肘井　竜蔵	510	1590	2100
釜元　豪	600	1507	2107
木下　拓哉	1200	3311	2111

平均誤差

３３４９万

検証結果（チーム間）

先行研究

チーム名	平均誤差額(億円)
巨人	0.48
阪神	0.32
広島	0.27
中日	0.55
横浜DeNA	0.26
ヤクルト	0.46
ソフトバンク	0.77
オリックス	0.28
日本ハム	0.31
ロッテ	0.35
西武	0.46
楽天	0.39

今回の研究

チーム名	平均誤差額（億円）
巨人	0.53
阪神	0.36
広島	0.39
中日	0.18
横浜DeNA	0.17
ヤクルト	0.34
ソフトバンク	0.67
オリックス	0.31
日本ハム	0.17
ロッテ	0.17
西武	0.39
楽天	0.33

検証結果

- 投手の平均誤差は３２２７万で野手の平均誤差は３３４９万だった。
- 投手、野手ともに平均誤差が３０００万円と、比較的大きな誤差となってしまった。
- チーム別で見ると、平均誤差が１０００万円台のチームもある一方、ソフトバンクに関しては、約７０００万円の誤差が生じた。しかし、先行研究でもソフトバンクは大きな誤差が表れていた。

年俸推測式の精度検証

- ダーヴィンワトソン比（ＤＷ比）
- 誤差項つまり実測値と理論値の差、の間に自己相関がないか否かを判別するための指標。
- 回帰分析では異なる誤差項の間には相関がないことを仮定しており、
- 2を基準にそれより大幅に小さい場合は正の相関、大きい場合は負の相関があり、2前後であれば相関なしと判断する。
- つまり、2前後の値であれば仮定から反さない正しい回帰分析と呼べる。

$$DW = \frac{\sum_{t=2}^{t=n}(e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^{t=n} e_t^2}$$

年俸推測式の精度検証

- ダーヴィンワトソン比（ＤＷ比）

投手	2.048295
野手	2.038371

※一般的には２に近いと良いとされる。
０に近いほど、正の自己相関、４に近いほど負の自己相関を持っているとされる。

ダーヴィンワトソン比の結果は、投手・野手ともに２に限りなく近い値となったため、この点に関しては正しい分析であったといえる。

考察

- 年俸推測式を作成して、実際の選手の年俸と成績をあてはめ、算出された結果は実際の年俸とは少し離れたものとなってしまったが、年俸推測式の制度的には問題のないものとなったと言える。

- 投手の場合は先発、中継ぎ、抑えの違いもあるため、一概に同じ年俸推測式で導くには無理があるのかもしれない。

考察

- 今回使用した年俸推測式を作成するのに使ったデータは前年（２０１７年）のデータのみを使用したが、実際のプロ野球の世界では前年だけでなく、一昨年やその前の年の成績も大きく影響してくるので、データ数をもっと増やせばよりよい結果が得られるかもしれない。
- もしかしたら、通算成績のデータが有効なデータだった可能性もある。
- 年齢や成績だけでなく、球団親会社の資金力、人気の具合といった成績以外の要因も年俸に影響しているのではないかと考える。
- 今回の研究では選手の人気を測るデータは見つけることができなかったため、分析に組み込むことができなかった。

おわりに

- 今回の研究は、プロ野球の年俸を回帰分析を使用して予想するというものだった。
- 選手の成績データは簡単に見つけることができたが、実際に回帰分析をして、選手の年俸を導き出すことに苦労し、多くの時間を費やした。
- 先行研究を参考にさせてもらった方には、非常に感謝をしている。
- 今後は、今回使用した分析方法を発展させ、さらに難易度の高い研究・分析にも取り組んでいきたいと思った。

参考文献

- 日本野球機構ホームページ
- http://npb.jp/
- プロ野球データFreak
- https://baseball-data.com/ranking-salary/all/
- ＮＰＢ野手の年俸推測と各球団の年俸決定の特徴分析
- http://syslab.k.hosei.ac.jp/abst/H26-KT.pdf
- 相関の強さについて
- http://mcn-www.jwu.ac.jp/~kuto/kogo_lab/psi-home/stat2000/DATA/09/05.HTM
- 多重共線性とは～概要と対応方法～
- https://xica.net/vno4ul5p/

ご清聴ありがとうございました！