

# 卒業論文

## 「鉄鋼・非鉄鋼素材を利用した、VAR モデル による自動車メーカーの株価予測」

2020 年 1 月 20 日

長倉大輔研究会 4 年 篠田星南

### 要旨

鉛は車のバッテリーに使われており、その建値が上がっていることから車の需要が大きくなっているため車の株価を買うべきだ、という話を聞きそのような素材の価格から自動車メーカーの株価を予測できないかと考えたことが論文作成のきっかけである。今回、鉄鋼・非鉄鋼の建値から自動車メーカーの株価を予測するためにはどの素材の価格に注目すべきか見極めることを目的として研究を行った。そのために R を使い VAR モデルの予測、グレンジャー因果性の導出を行った。

## 1. データ

まず素材の建値データを無料の範囲内である web サイトから集めた。ただ集計期間にばらつきがあったため、最短のデータに合わせて 12 年分に統一した。株価は「株探」という web サイトに集計されている表をエクセルの機能を用いて取り込んだ。

date	reienusuit	reiansuten	denkidou	denkinamari	denkiaen	nikeru	arumigouk	toyota	honda	nisan	suzuki	subaru	isuzu
8-Jan	83000	530000	787.5	302.5	161.5	3190	630	5820	3320	1013	2675	425	896
8-Feb	87500	525000	917.5	390.5	177.5	3190	630	5750	3260	964	2860	462	978
8-Mar	101000	520000	877.5	302.5	182.5	3210	630	4970	2845	824	2515	417	996
8-Apr	105500	520000	927.5	321.5	180.5	3380	630	5270	3300	922	2630	446	1010
8-May	112250	520000	897.5	258.5	186.5	3120	630	5370	3530	937	2920	494	1136
8-Jun	115750	520000	947.5	233.5	179.5	2870	660	5010	3610	877	2510	520	1022
8-Jul	116750	515000	907.5	255.5	203.5	2120	660	4660	3490	840	2370	582	938
8-Aug	117250	485000	877.5	241.5	226.5	2120	660	4930	3580	841	2315	630	826
8-Sep	117250	465000	757.5	220.5	235.5	1840	690	4380	3090	697	1918	521	568
8-Oct	116250	440000	457.5	173.5	189.5	1250	700	3730	2400	493	1404	336	336
8-Nov	111500	410000	397.5	171.5	179.5	1100	700	3000	2085	317	1287	287	236
8-Dec	106500	385000	287.5	123.5	180.5	950	700	2905	1906	320	1228	239	226

表 1 使用データの一部

上表のようなエクセルファイルにデータをまとめた。期間は 2008 年 1 月から 2019 年 11 月まで。建値も株価も 1 か月ごとの値を使用し、建値は東京と大阪の高値と安値の平均を(データによっては東京だけの場合や中心値がとられていた場合があった)、株価は各月の終値を用いた。使用した素材の種類は冷延薄板、冷延ステンレス、電気銅、電気鉛、電気亜鉛、ニッケル、アルミ合金版 63s。それぞれの主な用途として、鉄・ステンレス、アルミはボディ、銅は電気自動車のモーター、鉛はバッテリー、亜鉛はボディのメッキ、ニッケルは水素電池に使用される。自動車メーカーはトヨタ、ホンダ、日産、スズキ、subaru、いすゞの日系 6 社を分析する。

また、単位根検定に使用するために対数化したデータ、var モデル推定に使用するために株価のデータをそれぞれ 1 つだけにした 6 つのデータも用意した。

## 2. VAR モデル予測

```
var=VAR(toyota,type="const",lag.max=5,ic="AIC")
```

のように定数項を含む、次数の最大は 5、次数の決定方法は AIC という条件で VAR モデルを予測した。結果は以下のようななった。

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
reienusuita.l1	-5.479e-03	8.559e-03	-0.640	0.5232
reiansutenresu.l1	-5.215e-04	1.499e-03	-0.348	0.7284
denkidou.l1	5.217e-01	5.905e-01	0.884	0.3786
denkinamari.l1	-1.003e+00	2.181e+00	-0.460	0.6465

denkiaen.l1	4.814e-01	4.624e-01	1.041	0.2997
nikeru.l1	-6.282e-02	1.406e-01	-0.447	0.6558
arumigoukinban63s.l1	-5.489e-01	1.025e+00	-0.536	0.5931
toyota.l1	9.746e-01	3.061e-02	31.835	<2e-16 ***
const	1.012e+03	5.556e+02	1.821	0.0709

表2 トヨタの出力結果

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
reienusuita.l1	-8.475e-04	5.757e-03	-0.147	0.88318
reiansutenresu.l1	1.129e-04	1.006e-03	0.112	0.91082
denkidou.l1	4.564e-02	4.020e-01	0.114	0.90977
denkinamari.l1	1.571e+00	1.413e+00	1.112	0.26815
denkiaen.l1	-3.281e-01	3.303e-01	-0.993	0.32242
nikeru.l1	-6.484e-02	9.530e-02	-0.680	0.49745
arumigoukinban63s.l1	-1.147e+00	6.654e-01	-1.723	0.08722 .
honda.l1	8.042e-01	5.424e-02	14.826	< 2e-16 ***
const	1.094e+03	3.824e+02	2.860	0.00492 **

表3 ホンダの出力結果

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
reienusuita.l1	-2.733e-03	1.758e-03	-1.554	0.122445
reiansutenresu.l1	2.082e-04	2.996e-04	0.695	0.488372
denkidou.l1	8.813e-02	1.211e-01	0.728	0.467992
denkinamari.l1	3.756e-01	4.050e-01	0.927	0.355414
denkiaen.l1	-1.196e-01	9.661e-02	-1.238	0.218080
nikeru.l1	-3.888e-02	2.873e-02	-1.353	0.178239
arumigoukinban63s.l1	-2.976e-01	1.961e-01	-1.517	0.131521
nisan.l1	8.348e-01	4.655e-02	17.935	< 2e-16 ***
const	4.156e+02	1.096e+02	3.792	0.000226 ***

表4 日産の出力結果

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
reienusuita.l1	-1.489e-02	6.836e-03	-2.178	0.03119 *
reiansutenresu.l1	1.806e-03	1.173e-03	1.540	0.12592

denkidou.l1	1.532e-01	4.491e-01	0.341	0.73353
denkinamari.l1	-9.758e-01	1.576e+00	-0.619	0.53697
denkiaen.l1	2.241e-01	3.917e-01	0.572	0.56821
nikeru.l1	-1.177e-01	1.126e-01	-1.045	0.29785
arumigoukinban63s.l1	-2.794e-01	7.556e-01	-0.370	0.71213
suzuki.l1	9.594e-01	3.557e-02	26.972	< 2e-16 ***
const	1.240e+03	4.146e+02	2.991	0.00332 **

表5 スズキの出力結果

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
reienusuita.l1	9.963e-04	5.948e-03	0.167	0.867
reiansutenresu.l1	-6.401e-04	1.036e-03	-0.618	0.538
denkidou.l1	-2.054e-02	4.024e-01	-0.051	0.959
denkinamari.l1	8.060e-01	1.473e+00	0.547	0.585
denkiaen.l1	-3.328e-01	3.379e-01	-0.985	0.326
nikeru.l1	-1.903e-03	9.935e-02	-0.019	0.985
arumigoukinban63s.l1	-7.166e-02	8.140e-01	-0.088	0.930
subaru.l1	9.737e-01	2.886e-02	33.742	<2e-16 ***
const	1.298e+02	3.929e+02	0.330	0.742

表6 スバルの出力結果

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
reienusuita.l1	0.0032380	0.0022265	1.454	0.1482
reiansutenresu.l1	-0.0002875	0.0003893	-0.738	0.4615
denkidou.l1	-0.1756922	0.1830535	-0.960	0.3389
denkinamari.l1	0.9802233	0.5468096	1.793	0.0753 .
denkiaen.l1	-0.3048953	0.1638118	-1.861	0.0649 .
nikeru.l1	0.0597567	0.0446310	1.339	0.1829
arumigoukinban63s.l1	-0.5250960	0.3477090	-1.510	0.1334
isuzu.l1	0.8406737	0.0493694	17.028	<2e-16 ***
trend	2.1193703	0.7541547	2.810	0.0057 **

表7 いすゞの出力結果

係数がプラスかマイナスかを以下の表にまとめた。

	冷延薄板	冷延ステンレス	電気銅	電気鉛	電気亜鉛	ニッケル	アルミ合金板63s
トヨタ	-	-	+	-	+	-	-
ホンダ	-	+	+	+	-	+	-
日産	-	+	+	+	-	-	-
スズキ	-	+	+	-	+	-	-
スバル	+	-	-	+	-	-	-
いすゞ	+	-	-	+	-	+	-

表7. 5 VAR モデルの係数の符号

電気銅・電気鉛はプラスの影響が多く、冷延薄板・電気亜鉛・ニッケル・アルミ合金板はマイナスの影響が多い。

### 3. 単位根検定

次に単位根検定を行った。

```
ueresult=unitrootTest(logdata$reienusuita,type="ct",lags=0)
```

のように対数化したデータに対して、トレンドあり、ラグは0(上表より次数は1が選択された)の過程で分析を行い、以下のような結果となった。

。

冷延薄板	冷延ステンレス	電気銅	電気鉛	電気亜鉛	ニッケル	アルミ合金板63s	トヨタ	ホンダ	日産	スズキ	スバル	いすゞ
0.168408	0.1549402	0.003275	0.0001	0.328489	0.021533	0.08271013	0.219027	0.087987	0.379929	0.174903	0.961773	0.449286

表8 単位根検定結果の p 値

上表から有意水準5%の時、単位根が棄却されるのは電気銅、電気鉛、ニッケルのみという結果になった。

### 4. 共和分関係推定

次にそれぞれの自動車メーカー1社ずつを含む単位根データに対し、ランク推定を行った。

```
eigentest=ca.jo(x,ecdet="trend",type="eigen",k=2)
```

のようにトレンドあり、ラグ数は2(最低でも2でないとエラーになる)で最大固有値検定を行い、以下のような結果になった。

```
test 10pct 5pct 1pct
r <= 4 | 4.23 10.49 12.25 16.26
r <= 3 | 14.18 16.85 18.96 23.65
```

r <= 2		28.41	23.11	25.54	30.34
r <= 1		37.59	29.12	31.46	36.65
r = 0		65.90	34.75	37.52	42.36

表9 トヨタ推定結果

	test	10pct	5pct	1pct	
r <= 4		8.23	10.49	12.25	16.26
r <= 3		18.59	16.85	18.96	23.65
r <= 2		29.24	23.11	25.54	30.34
r <= 1		31.59	29.12	31.46	36.65
r = 0		68.59	34.75	37.52	42.36

表10 ホンダ推定結果

	test	10pct	5pct	1pct	
r <= 4		5.30	10.49	12.25	16.26
r <= 3		17.20	16.85	18.96	23.65
r <= 2		32.73	23.11	25.54	30.34
r <= 1		37.24	29.12	31.46	36.65
r = 0		69.88	34.75	37.52	42.36

表11 日産推定結果

	test	10pct	5pct	1pct	
r <= 4		6.87	10.49	12.25	16.26
r <= 3		12.47	16.85	18.96	23.65
r <= 2		29.43	23.11	25.54	30.34
r <= 1		38.26	29.12	31.46	36.65
r = 0		68.49	34.75	37.52	42.36

表12 スズキ推定結果

	test	10pct	5pct	1pct	
r <= 4		2.10	10.49	12.25	16.26
r <= 3		19.65	16.85	18.96	23.65
r <= 2		32.55	23.11	25.54	30.34
r <= 1		33.91	29.12	31.46	36.65
r = 0		68.40	34.75	37.52	42.36

表13 スバル推定結果

	test	10pct	5pct	1pct	
r <= 4		5.20	10.49	12.25	16.26
r <= 3		14.23	16.85	18.96	23.65
r <= 2		22.32	23.11	25.54	30.34
r <= 1		36.37	29.12	31.46	36.65
r = 0		67.17	34.75	37.52	42.36

表 1 4 いすゞ推定結果

上表よりスバルはランク 4、いすゞはランク 2、残りは全てランク 3 となった。

## 5. VECM 推定

次に VECM モデル推定を行った。

`vec2toyota=vec2var(eigentest, r=3)`

のように分析を行い、以下のような結果になった。

A1:

	reienusuita.11	reiansutenresu.11	denkiaen.11	arumigoukinban63s.11
reienusuita	0.4619232722	0.0745718538	8.322603122	-15.69857960
reiansutenresu	-0.8112653058	1.0496213361	18.473042410	9.05629943
denkiaen	-0.0031559882	0.0005726294	1.132023558	-0.05036395
arumigoukinban63s	-0.0004289836	0.0002459475	0.004048651	0.71419745
toyota	-0.0090359005	0.0048262994	<b>0.815379302</b>	<b>-5.51245191</b>
	toyota.11			
reienusuita	0.326545590			
reiansutenresu	0.834147889			
denkiaen	-0.013867878			
arumigoukinban63s	-0.006490553			
toyota	0.919405513			

A2:

	reienusuita.12	reiansutenresu.12	denkiaen.12	arumigoukinban63s.12
reienusuita	0.1818520657	7.433155e-03	-7.09695555	-15.6908737
reiansutenresu	0.0286819923	1.916367e-02	3.64600899	-99.5047921
denkiaen	0.0027563611	-3.195482e-04	-0.15308469	-0.1410023
arumigoukinban63s	0.0007074283	2.376493e-06	-0.04448165	-0.1261094
toyota	0.0181215127	-5.829693e-03	<b>-0.95236467</b>	<b>3.7424641</b>
	toyota.12			
reienusuita	-0.373077702			
reiansutenresu	-0.732849698			
denkiaen	0.014548168			

arumigoukinban63s 0.008680255  
toyota 0.095042357

表 1 5 トヨタ推定結果

A1:

	reienusuita.11	reiansutenresu.11	denkiaen.11	arumigoukinban63s.11
reienusuita	0.4560591037	0.0772681878	8.15138521	-17.81624952
reiansutenresu	-0.8003761209	1.0454201268	14.12127215	17.72692110
denkiaen	-0.0032931554	0.0005578393	1.13802499	-0.01478598
arumigoukinban63s	-0.0003682799	0.0002342558	0.01216909	0.71295350
honda	-0.0113263187	0.0053618488	-0.02497702	<b>-2.79066787</b>
honda.11				
reienusuita	-0.346953796			
reiansutenresu	2.211983852			
denkiaen	-0.018765227			
arumigoukinban63s	-0.005497428			
honda	0.977667268			

A2:

	reienusuita.12	reiansutenresu.12	denkiaen.12	arumigoukinban63s.12
reienusuita	0.1945579571	7.376238e-03	-8.55786802	-19.11561814
reiansutenresu	0.0041165724	2.564543e-02	4.96666736	-106.99015763
denkiaen	0.0024289318	-2.808396e-04	-0.14813319	-0.11590004
arumigoukinban63s	0.0005810933	-2.025446e-06	-0.03948401	-0.07910114
honda	0.0083709309	-5.230477e-03	0.08723392	<b>3.09151821</b>
honda.12				
reienusuita	-0.173614426			
reiansutenresu	-2.910719895			
denkiaen	0.018113102			
arumigoukinban63s	0.013287413			
honda	0.006562262			

表 1 6 ホンダ推定結果

A1:

	reienusuita.11	reiansutenresu.11	denkiaen.11	arumigoukinban63s.11
reienusuita	0.4686332672	0.0836299759	6.603960499	-19.53269304
reiansutenresu	-0.7558205379	1.0899997752	3.471984580	6.14469681
denkiaen	-0.0032190346	0.0004386326	1.122646913	-0.03053728
arumigoukinban63s	-0.0003264173	0.0002417768	0.006146338	0.70304766
nisan	-0.0031021562	0.0009088025	<b>0.129506113</b>	<b>-1.36930511</b>
nisan.11				
reienusuita	0.505886241			
reiansutenresu	4.883281737			
denkiaen	-0.080887314			
arumigoukinban63s	-0.003714721			
nisan	0.777690871			

A2:

	reienusuita.12	reiansutenresu.12	denkiaen.12	arumigoukinban63s.12
reienusuita	0.2084483663	1.038451e-03	-10.50215272	-17.92141312
reiansutenresu	0.0665470201	7.822902e-03	-13.57392570	-119.21213242
denkiaen	0.0021987607	-1.460671e-04	-0.14127446	-0.19085655
arumigoukinban63s	0.0008769728	-7.182377e-05	-0.02633695	-0.06810298
nisan	0.0004448377	-6.898256e-04	<b>-0.15716043</b>	<b>1.11269808</b>
nisan.12				
reienusuita	-1.73605730			
reiansutenresu	-15.83238711			
denkiaen	0.08005056			
arumigoukinban63s	0.03999078			
nisan	0.16307235			

表 1 7 日産結果推定



A1:				
	reienusuita.11	reiansutenresu.11	denkiaen.11	arumigoukinban63s.11
reienusuita	0.4360449686	0.0787381212	12.07325333	-21.2573031
reiansutenresu	-0.8465311590	1.0581723979	24.38858226	-7.1778626
denkiaen	-0.0020742887	0.0005193710	1.05536484	-0.2199739
arumigoukinban63s	-0.0002970446	0.0001840217	-0.02650069	0.7615821
suzuki	-0.0157163454	0.0048366916	<b>0.80393503</b>	<b>-3.5225387</b>
	suzuki.11			
reienusuita	-1.788239799			
reiansutenresu	-4.679985959			
denkiaen	-0.009500007			
arumigoukinban63s	-0.010815836			
suzuki	0.962438797			
A2:				
	reienusuita.12	reiansutenresu.12	denkiaen.12	arumigoukinban63s.12
reienusuita	0.2006323340	1.190068e-02	-10.58569475	-19.8128472
reiansutenresu	0.0855836473	2.777209e-02	-8.47837213	-107.7613587
denkiaen	0.0033217314	-3.093853e-04	-0.24127587	-0.1926935
arumigoukinban63s	0.0004215774	2.881378e-05	-0.07217751	-0.0878448
suzuki	0.0159093078	-4.576618e-03	<b>-1.02757668</b>	<b>2.5222668</b>
	suzuki.12			
reienusuita	1.22646525			
reiansutenresu	3.89451194			
denkiaen	0.01955068			
arumigoukinban63s	0.01598148			
suzuki	0.05268719			

表 1 8 スズキ 結果推定

A1:				
	reienusuita.11	reiansutenresu.11	denkiaen.11	arumigoukinban63s.11
reienusuita	0.4366362162	0.0745892326	7.00715718	-12.33901895
reiansutenresu	-0.8695536215	1.0501242401	14.90609555	17.79495714
denkiaen	-0.0029266588	0.0004762237	1.01389409	0.05558476
arumigoukinban63s	-0.0002200765	0.0002391015	0.00566478	0.71395055
subaru	-0.0076545798	0.0022793222	<b>-0.10986236</b>	<b>-2.09060740</b>
	subaru.11			
reienusuita	-0.797019827			
reiansutenresu	-1.775601263			
denkiaen	-0.020199065			
arumigoukinban63s	-0.002935467			
subaru	0.864208540			
A2:				
	reienusuita.12	reiansutenresu.12	denkiaen.12	arumigoukinban63s.12
reienusuita	0.1704203892	1.023934e-02	-10.36866414	-14.0137134
reiansutenresu	-0.0046438434	2.692722e-02	-3.61146525	-96.0448635
denkiaen	0.0019882927	-1.351873e-04	-0.25081825	-0.1274246
arumigoukinban63s	0.0006983923	6.385493e-06	-0.02255349	-0.1548163
subaru	0.0104371320	-1.569046e-03	<b>-0.80092306</b>	<b>1.2139102</b>
	subaru.12			
reienusuita	0.126057974			
reiansutenresu	0.479959648			
denkiaen	0.007588323			
arumigoukinban63s	0.008685646			
subaru	0.108643578			

表 1 9 スバル推定結果

A1:				
	reienusuita.11	reiansutenresu.11	denkiaen.11	arumigoukinban63s.11
reienusuita	0.4609059401	0.0842653848	8.409585409	-25.45243525
reiansutenresu	-0.7761240648	1.0882808145	9.763559513	-20.80276198
denkiaen	-0.0031744161	0.0004442808	1.132905351	0.02520072
arumigoukinban63s	-0.0007797983	0.0001630654	-0.001297159	0.90241139
isuzu	0.0031147608	0.0006322245	<b>0.195830420</b>	<b>-1.43548774</b>
	isuzu.11			
reienusuita	-3.19864519			
reiansutenresu	-4.53565508			
denkiaen	-0.06279936			
arumigoukinban63s	-0.01854809			
isuzu	0.84686409			
A2:				

	reienusuita.12	reiansutenresu.12	denkiaen.12
reienusuita	0.2357173984	2.480982e-03	-11.704092695
reiansutenresu	0.1905351167	1.137693e-02	-13.447619343
denkiaen	0.0021153161	-1.592481e-04	-0.143704024
arumigoukinban63s	-0.0002137693	8.256453e-05	-0.007974321
isuzu	-0.0040869718	-6.769637e-04	<b>-0.193651340</b>
	arumigoukinban63s.12	isuzu.12	
reienusuita	-20.22083642	2.78664815	
reiansutenresu	-119.59826278	-0.43903018	
denkiaen	-0.19836826	0.06026339	
arumigoukinban63s	-0.08163932	0.01482696	
isuzu	<b>1.04039324</b>	0.13191652	

表 20 いすゞ推定結果

## 6. 因果性検定

次に因果性検定を行った。当初の方針では vecm モデルをは var モデルと同様のモデルであり、グレンジャー因果性検定にかけることができると考えていたが、どうやら vecm モデルを因果性検定することは理論的に、または R の仕様ではできないということが判明した。そのため上記の VAR モデル予測の中で単位根ではなかった素材に関してのみ、6 社それぞれに対する因果性を検定し、以下のような結果になった。

	トヨタ	ホンダ	日産	スズキ	スバル	いすゞ
電気銅	0.1473	0.1723	0.2557	0.7397	0.3478	0.004494
電気鉛	0.2006	0.2502	0.08071	0.4499	0.2305	0.05348
ニッケル	0.1855	0.1248	0.3254	0.5796	0.3039	0.00803

表 20 出力された p 値

上表より有意水準 5%でいすゞに対する電気銅、ニッケル以外全て因果性が棄却されるという結果になった。

## 7. 考察

まず表 7.5 の結果について、電気銅と電気鉛がプラスの影響が多かった。過去の素材価格が影響を株価にプラスの影響を与えているということは、自動車の生産需要が増加したために素材価格が高騰し、利益が増加した企業の株価もプラスになったと考えられる。しかし、グレンジャー因果性検定によりどちらの因果性もほぼ棄却されたため、この理屈をあてはめることはできなかった。

一方で、冷延薄板・電気亜鉛・ニッケル・アルミ合金板 63s がマイナスの影響が多かった。素材価格が株価にマイナスの影響を与えているということは、生産コストが増加し、利益が低下した企業の株価もマイナスになったと考えられる。因果性検定によりニッケルはほぼ棄却されたため、鉄・亜鉛・アルミについて価格が株価予測に役立つ可能性があるといえる。この全ての素材の用途は主に車のボディであるため、使用される量も多く、コストに直結しやすいと言える。

## 8. おわりに

今回の研究では残念ながら素材価格に単位根が紛れていたため、因果性検定を全ての素材に対して行うことはできなかった。そのため株価予測に役立つ素材を完全に立証することはできず、VARモデル推定の実践の難しさを実感した。また、自動車の部品メーカーの株価を推定するという検証も挑戦したかったが、時間の都合上叶わなかった。機会があれば今回の経験を基にやってみたいと思う。

### <参考資料>

- ・ 長倉先生の授業、「時系列分析 a」スライド
- ・ 「渋谷駅前で働くデータサイエンティストのブログ」の記事(RでのVAR推定の流れを理解するために参考にした)<https://tjo.hatenablog.com/entry/2013/08/16/095536>