

12.直感：線を少し動かすと SSE が増える／減る（“最小”のイメージ）

回帰直線は「当てはまらず」で決めているのではなく、
SSE（ズムの二乗の合計）を最小にすむというルールで決まります。



10/20/2020 アルゴリズム 2 (1) 12 / 20

E-12：最小の直感を作る（運用）

【出題】「最小二乗法＝SSE 最小」を「SSE のイメージ」で直感的に理解をせよ。

【出題解説】目標は「SSE が最小となる直線がある」というイメージ（物理的な導きはない）。

【実例】後で Excel で書く（トレンドライン）を実行→SSE 最小のものが自動で選ばれる。と続ける。

【追記】ここで補足：「回帰直線は必ず存在する？」→「SSE が最小の線」。

13.ミニ例（3点）：線 A と線 B で SSE を比べる（計算は最小限）

3つの点があるとしてします（直感的の一部を想起して）：

点	x_1	y_1	線 A の \hat{y}	線 B の \hat{y}
1	(1, 2)	2	2	1
2	(2, 2)	3	2	2
3	(3, 4)	4	3	3

ここで 2 本の候補：

・線 A： $\hat{y} = x + 1$

・線 B： $\hat{y} = x$

残差 $e = y - \hat{y}$ と SSE（残差の二乗の合計）を比べます。

点	x_1	y_1	\hat{y}_A	\hat{y}_B	e_A	e_B	SSE
1	1	2	2	1	0	1	1
2	2	2	3	2	1	0	1
3	3	4	4	3	0	1	1
合計 (SSE)			1	2			

10/20/2020 アルゴリズム 2 (1) 13 / 20

24

14. Excel ひとつがなる：トレンドラインの式=SSE 最小の結果

Excel で直線に「追加線（トレンドライン）」を追加すると、直線の $\hat{y} = ax + b$ が表示できます。

これがポイント

Excel のトレンドラインは、直線で SSE が最小になるように式（傾き）と切片（切手）を自動で決めています。

つまり

- 私たちがやってきた「SSE で良い線を決める」ルールを
- Excel が自動で実行して、式を出している

実習までの作業（次の演習につなげる）

・散形図を作る（x,y→一般、y→ボート数）

・直線（直形）を追加し、「式を表示」[y] を表す

・その式より作り、残差と SSE を作る

10/20/2020 アルゴリズム 2 (1) 14 / 20

25

E-14：Excel のブラックボックスを壊す（運用）

【出題】「トレンドラインの式=最小の直線」で直感的に理解をせよ。

【出題解説】Excel は「直線ではない、直角の直線で全てに直角になる直線を選びているだけだ。

【実例】教科書→トレンドライン→式の、二乗二手→例題→直角二乗二手→SSE (560)。

【追記】ここで補足：「直角二乗二手」で直角を意味する。

15. 実習①：(clean) : y (予測値) 列を作る（回帰式を使う）

Excel のトレンドラインは「SSE が最小の直線」を自動で出しています。

実習では、その手を自分で再現してみましょう。

実習①のゴール（ここだけ）

予測値 → 残差 → 残差 + 合計 (SSE) を作り、

SSE が最小の直角二乗二手を作る

- 散布図から回帰式を表示し、傾き a と切片 b を取り出す
- 各行で $y = ax + b$ を計算して「予測値」列を作成
- 残差 $e = y - \hat{y}$ を作り（残のズレ）
- 残差 e 列を作成（マイナス値を省いて大差を強く誇する）
- 残差 e を合計で SSE を出す（SUM）

★最初に y や e を少し変えて、SSE が増えることを確認する

10/20/2020 アルゴリズム 2 (1) 15 / 20

26

E-15：実習①の位置づけ（運用）

【出題】 SSE が「0.05%の二乗の合計」で、比較的大きさを意味する。

【出題解説】ここで SSE が「0.05%」で、SSE が大きいと「誤差が大きい」と思われる。

【実例】Excel で同じことを大量の自分で自動的にやってくれる（手計算はこの例だけ）。

【追記】計算は簡単：残差→二乗→合計、の流れだけを覚えさせよ。

27

16. 実習①-1 (clean) : y (予測値) 列を作る（回帰式を使う）

まず、最初にトレンドライン（直線）を出し、

数式 $\hat{y} = ax + b$ を式としてまとめておきます。

Excel の式→文数（説明変数）

・y: ボート（直形）を追加し、「式を表示」[y] を表す

・x: バーダー→文数（説明変数）

・y: ボート（直形）を追加し、「式を表示」[y] を表す

・x: バーダー→文数（説明変数）

Excel で直角二乗二手

(0,0) と x を常に置く：

0 も b を入力

予測例 (例: D2) :

= \$H\$1*A2 + \$H\$2

★ポイント：\$を付けて a,b のセルを固定すると、下までコピーできる

10/20/2020 アルゴリズム 2 (1) 16 / 20

28

17. 実習①-2 (clean) : 残差・残差を作り、SSE を計算する

残差は「実際」と「予測」のズレです。

回帰直線がどれだけ古に近いかを、残差で数にします。

作る列（作業）

・x: バーダー→文数（説明変数）

・y: ボート（直形）を追加し、「式を表示」[y] を表す

・SSE (例: F1) = $\sum e^2$ (残差の合計)

Excel 例 (例が違ってるOK)

- 残差例 (例: E2) : =B2 - D2
- 残差? 例 (例: F2) : =E2^2 または =POWER(E2,2)
- SSE (例: F1) : =SUM(F2:F31)

★ SSE が小さいほど、点に近い（=良い線）

10/20/2020 アルゴリズム 2 (1) 17 / 20

29

E-16：操作の落とし穴（運用）

【出題】「最小二乗法」で計算の仕組みにする。

【出題解説】予測は「直角の直線」で、直角に近いと、残差で数にします。

【実例】(1) 教科書例→(2) 練習→(3) 例題→(4) 教科書→(5) 例題→(6) 教科書→(7) 例題→(8) 教科書→(9) 例題→(10) 教科書→(11) 例題→(12) 教科書→(13) 例題→(14) 教科書→(15) 例題→(16) 教科書→(17) 例題→(18) 教科書→(19) 例題→(20) 教科書→(21) 教科書→(22) 教科書→(23) 教科書→(24) 教科書→(25) 教科書→(26) 教科書→(27) 教科書→(28) 教科書→(29) 教科書→(30) 教科書→(31) 教科書→(32) 教科書→(33) 教科書→(34) 教科書→(35) 教科書→(36) 教科書→(37) 教科書→(38) 教科書→(39) 教科書→(40) 教科書→(41) 教科書→(42) 教科書→(43) 教科書→(44) 教科書→(45) 教科書→(46) 教科書→(47) 教科書→(48) 教科書→(49) 教科書→(50) 教科書→(51) 教科書→(52) 教科書→(53) 教科書→(54) 教科書→(55) 教科書→(56) 教科書→(57) 教科書→(58) 教科書→(59) 教科書→(60) 教科書→(61) 教科書→(62) 教科書→(63) 教科書→(64) 教科書→(65) 教科書→(66) 教科書→(67) 教科書→(68) 教科書→(69) 教科書→(70) 教科書→(71) 教科書→(72) 教科書→(73) 教科書→(74) 教科書→(75) 教科書→(76) 教科書→(77) 教科書→(78) 教科書→(79) 教科書→(80) 教科書→(81) 教科書→(82) 教科書→(83) 教科書→(84) 教科書→(85) 教科書→(86) 教科書→(87) 教科書→(88) 教科書→(89) 教科書→(90) 教科書→(91) 教科書→(92) 教科書→(93) 教科書→(94) 教科書→(95) 教科書→(96) 教科書→(97) 教科書→(98) 教科書→(99) 教科書→(100) 教科書→(101) 教科書→(102) 教科書→(103) 教科書→(104) 教科書→(105) 教科書→(106) 教科書→(107) 教科書→(108) 教科書→(109) 教科書→(110) 教科書→(111) 教科書→(112) 教科書→(113) 教科書→(114) 教科書→(115) 教科書→(116) 教科書→(117) 教科書→(118) 教科書→(119) 教科書→(120) 教科書→(121) 教科書→(122) 教科書→(123) 教科書→(124) 教科書→(125) 教科書→(126) 教科書→(127) 教科書→(128) 教科書→(129) 教科書→(130) 教科書→(131) 教科書→(132) 教科書→(133) 教科書→(134) 教科書→(135) 教科書→(136) 教科書→(137) 教科書→(138) 教科書→(139) 教科書→(140) 教科書→(141) 教科書→(142) 教科書→(143) 教科書→(144) 教科書→(145) 教科書→(146) 教科書→(147) 教科書→(148) 教科書→(149) 教科書→(150) 教科書→(151) 教科書→(152) 教科書→(153) 教科書→(154) 教科書→(155) 教科書→(156) 教科書→(157) 教科書→(158) 教科書→(159) 教科書→(160) 教科書→(161) 教科書→(162) 教科書→(163) 教科書→(164) 教科書→(165) 教科書→(166) 教科書→(167) 教科書→(168) 教科書→(169) 教科書→(170) 教科書→(171) 教科書→(172) 教科書→(173) 教科書→(174) 教科書→(175) 教科書→(176) 教科書→(177) 教科書→(178) 教科書→(179) 教科書→(180) 教科書→(181) 教科書→(182) 教科書→(183) 教科書→(184) 教科書→(185) 教科書→(186) 教科書→(187) 教科書→(188) 教科書→(189) 教科書→(190) 教科書→(191) 教科書→(192) 教科書→(193) 教科書→(194) 教科書→(195) 教科書→(196) 教科書→(197) 教科書→(198) 教科書→(199) 教科書→(200) 教科書→(201) 教科書→(202) 教科書→(203) 教科書→(204) 教科書→(205) 教科書→(206) 教科書→(207) 教科書→(208) 教科書→(209) 教科書→(210) 教科書→(211) 教科書→(212) 教科書→(213) 教科書→(214) 教科書→(215) 教科書→(216) 教科書→(217) 教科書→(218) 教科書→(219) 教科書→(220) 教科書→(221) 教科書→(222) 教科書→(223) 教科書→(224) 教科書→(225) 教科書→(226) 教科書→(227) 教科書→(228) 教科書→(229) 教科書→(230) 教科書→(231) 教科書→(232) 教科書→(233) 教科書→(234) 教科書→(235) 教科書→(236) 教科書→(237) 教科書→(238) 教科書→(239) 教科書→(240) 教科書→(241) 教科書→(242) 教科書→(243) 教科書→(244) 教科書→(245) 教科書→(246) 教科書→(247) 教科書→(248) 教科書→(249) 教科書→(250) 教科書→(251) 教科書→(252) 教科書→(253) 教科書→(254) 教科書→(255) 教科書→(256) 教科書→(257) 教科書→(258) 教科書→(259) 教科書→(260) 教科書→(261) 教科書→(262) 教科書→(263) 教科書→(264) 教科書→(265) 教科書→(266) 教科書→(267) 教科書→(268) 教科書→(269) 教科書→(270) 教科書→(271) 教科書→(272) 教科書→(273) 教科書→(274) 教科書→(275) 教科書→(276) 教科書→(277) 教科書→(278) 教科書→(279) 教科書→(280) 教科書→(281) 教科書→(282) 教科書→(283) 教科書→(284) 教科書→(285) 教科書→(286) 教科書→(287) 教科書→(288) 教科書→(289) 教科書→(290) 教科書→(291) 教科書→(292) 教科書→(293) 教科書→(294) 教科書→(295) 教科書→(296) 教科書→(297) 教科書→(298) 教科書→(299) 教科書→(300) 教科書→(301) 教科書→(302) 教科書→(303) 教科書→(304) 教科書→(305) 教科書→(306) 教科書→(307) 教科書→(308) 教科書→(309) 教科書→(310) 教科書→(311) 教科書→(312) 教科書→(313) 教科書→(314) 教科書→(315) 教科書→(316) 教科書→(317) 教科書→(318) 教科書→(319) 教科書→(320) 教科書→(321) 教科書→(322) 教科書→(323) 教科書→(324) 教科書→(325) 教科書→(326) 教科書→(327) 教科書→(328) 教科書→(329) 教科書→(330) 教科書→(331) 教科書→(332) 教科書→(333) 教科書→(334) 教科書→(335) 教科書→(336) 教科書→(337) 教科書→(338) 教科書→(339) 教科書→(340) 教科書→(341) 教科書→(342) 教科書→(343) 教科書→(344) 教科書→(345) 教科書→(346) 教科書→(347) 教科書→(348) 教科書→(349) 教科書→(350) 教科書→(351) 教科書→(352) 教科書→(353) 教科書→(354) 教科書→(355) 教科書→(356) 教科書→(357) 教科書→(358) 教科書→(359) 教科書→(360) 教科書→(361) 教科書→(362) 教科書→(363) 教科書→(364) 教科書→(365) 教科書→(366) 教科書→(367) 教科書→(368) 教科書→(369) 教科書→(370) 教科書→(371) 教科書→(372) 教科書→(373) 教科書→(374) 教科書→(375) 教科書→(376) 教科書→(377) 教科書→(378) 教科書→(379) 教科書→(380) 教科書→(381) 教科書→(382) 教科書→(383) 教科書→(384) 教科書→(385) 教科書→(386) 教科書→(387) 教科書→(388) 教科書→(389) 教科書→(390) 教科書→(391) 教科書→(392) 教科書→(393) 教科書→(394) 教科書→(395) 教科書→(396) 教科書→(397) 教科書→(398) 教科書→(399) 教科書→(400) 教科書→(401) 教科書→(402) 教科書→(403) 教科書→(404) 教科書→(405) 教科書→(406) 教科書→(407) 教科書→(408) 教科書→(409) 教科書→(410) 教科書→(411) 教科書→(412) 教科書→(413) 教科書→(414) 教科書→(415) 教科書→(416) 教科書→(417) 教科書→(418) 教科書→(419) 教科書→(420) 教科書→(421) 教科書→(422) 教科書→(423) 教科書→(424) 教科書→(425) 教科書→(426) 教科書→(427) 教科書→(428) 教科書→(429) 教科書→(430) 教科書→(431) 教科書→(432) 教科書→(433) 教科書→(434) 教科書→(435) 教科書→(436) 教科書→(437) 教科書→(438) 教科書→(439) 教科書→(440) 教科書→(441) 教科書→(442) 教科書→(443) 教科書→(444) 教科書→(445) 教科書→(446) 教科書→(447) 教科書→(448) 教科書→(449) 教科書→(450) 教科書→(451) 教科書→(452) 教科書→(453) 教科書→(454) 教科書→(455) 教科書→(456) 教科書→(457) 教科書→(458) 教科書→(459) 教科書→(460) 教科書→(461) 教科書→(462) 教科書→(463) 教科書→(464) 教科書→(465) 教科書→(466) 教科書→(467) 教科書→(468) 教科書→(469) 教科書→(470) 教科書→(471) 教科書→(472) 教科書→(473) 教科書→(474) 教科書→(475) 教科書→(476) 教科書→(477) 教科書→(478) 教科書→(479) 教科書→(480) 教科書→(481) 教科書→(482) 教科書→(483) 教科書→(484) 教科書→(485) 教科書→(486) 教科書→(487) 教科書→(488) 教科書→(489) 教科書→(490) 教科書→(491) 教科書→(492) 教科書→(493) 教科書→(494) 教科書→(495) 教科書→(496) 教科書→(497) 教科書→(498) 教科書→(499) 教科書→(500) 教科書→(501) 教科書→(502) 教科書→(503) 教科書→(504) 教科書→(505) 教科書→(506) 教科書→(507) 教科書→(508) 教科書→(509) 教科書→(510) 教科書→(511) 教科書→(512) 教科書→(513) 教科書→(514) 教科書→(515) 教科書→(516) 教科書→(517) 教科書→(518) 教科書→(519) 教科書→(520) 教科書→(521) 教科書→(522) 教科書→(523) 教科書→(524) 教科書→(525) 教科書→(526) 教科書→(527) 教科書→(528) 教科書→(529) 教科書→(530) 教科書→(531) 教科書→(532) 教科書→(533) 教科書→(534) 教科書→(535) 教科書→(536) 教科書→(537) 教科書→(538) 教科書→(539) 教科書→(540) 教科書→(541) 教科書→(542) 教科書→(543) 教科書→(544) 教科書→(545) 教科書→(546) 教科書→(547) 教科書→(548) 教科書→(549) 教科書→(550) 教科書→(551) 教科書→(552) 教科書→(553) 教科書→(554) 教科書→(555) 教科書→(556) 教科書→(557) 教科書→(558) 教科書→(559) 教科書→(560) 教科書→(561) 教科書→(562) 教科書→(563) 教科書→(564) 教科書→(565) 教科書→(566) 教科書→(567) 教科書→