

# 福井県における確率降水量に関する研究（その1）

## 複数の1時間降水量データの相関性に関する検討

### A Study on Probability Precipitation in Fukui prefecture (Part 1)

#### Correlation of hourly precipitation data in plural weather stations

○岸本 拓海\*<sup>1</sup>, 野々村 善民\*<sup>2</sup>, 島脇 優里\*<sup>3</sup>, 達川 宙輝\*<sup>1</sup>  
Takumi Kishimoto\*<sup>1</sup>, Yoshitami Nonomura\*<sup>2</sup>, Yuuri Shimawaki\*<sup>3</sup> and Michiki Tatsukawa\*<sup>1</sup>

\*1 福井工業高等専門学校 環境都市工学科

Student, National Institute of Technology, Fukui College

\*2 福井工業高等専門学校 環境都市工学科 教授 博士(工学)

Professor, National Institute of Technology, Fukui College, Dr.Eng.

\*3 鉄道建設・運輸施設整備支援機構

Japan Railway Construction, Transport and Technology Agency.

キーワード：確率降水量；決定係数；福井地方气象台

Keywords: Probability precipitation; Coefficient of determination; Fukui local meteorological office.

## 1. はじめに

近年、日本国内において大雨による被害は毎年のように発生している。この大雨による被害を少しでも軽減するために、安全側の設計雨量の算出方法の開発が必要とされている。そこで、福井県は県内を15個の地域に分割して降雨強度式を提示している<sup>文獻1)</sup>。例えば、福井県を縦断する建設構造物などに用いられる設計雨量は複数の降雨強度式から算出される。

実務に対応した設計雨量が算出できる手法を開発するために、筆者らは関西地方の複数の降水量データを用いて、一つの発生頻度を算出する手法を提案した<sup>文獻2)</sup>。しかし、複数の气象台における降雨の発生状況に関する関連性は未検討であった。

以上から、本報は1時間降水量の連続データを用いて、福井県内とその周辺における複数の气象台で観測される1時間降水量の相関性を明らかにすることを目的とする。なお、福井県は地理的に2つの地域に分割され、嶺北地方と嶺南地方に分かれる。そのため、1時間降水量の相関性を検討する際の基準点は福井地方气象台と小浜測候所の2点とした。

## 2. 研究計画

### 2.1. 気象データの概要

本報で用いた降水量に関する各種の気象データは気象庁のHPからダウンロードできる<sup>文獻3)</sup>。本報で解析対象とした气象台の数は合計20点であり、その所在地は福井県とその周辺である。以下、气象台および測候所を観測点と言う。なお、20点の観測点の観測期間と所在地は表1と表

2に示す。図1は各観測点の配置図を示す。福井県の観測点数は12点であり、石川県の場合は、2点である。滋賀県の観測点数は4点であり、京都府の場合は、2点である。

なお、福井、敦賀および舞鶴の観測点における1時間降水量については、1974年11月1日～1979年12月31日の期間の連続データは存在する。しかし、その他の観測点においては、上記の期間において1時間降水量のデータに欠測があり、その多くは不連続のデータであった。以上から本報の解析期間は1980年1月1日～2019年12月31日とした。

### 2.2. 1時間降水量の相関関係

福井県およびその周辺における大雨の発生状況を明らかにするために、基準点とその他の観測点における1時間降水量の相関関係について以下に記す。本報で設定した基準点は福井と小浜の2箇所とした。



図1 各観測点の配置図

表1 各観測点の観測期間と所在地(その1)

気象台の名称	観測期間	所在地
福井地方気象台 (福井)	1974年11月1日～ 現在	福井県福井市 豊島2丁目5-2
小松測候所 (小松)	1978年12月1日～ 現在	石川県小松市 今江町7丁目25
加賀菅谷測候所 (加賀菅谷)	2013年3月7日～現 在	石川県加賀市 山中温泉菅谷町
三国測候所 (三国)	1975年6月27日 ～2009年9月28日	福井県坂井市 三国町陣ヶ岡
	2009年9月29日～ 現在	福井県坂井市 三国町平山
越廼測候所 (越廼)	1978年11月27日～ 現在	福井県福井市 居倉町42-47
勝山測候所 (勝山)	1977年12月20日 ～1993年10月18日	福井県勝山市 立川町2丁目2
	1993年10月18日～ 現在	福井県勝山市 平泉寺町平泉寺
武生測候所 (武生)	2005年10月27日～ 現在	福井県越前市 村国2丁目3
大野測候所 (大野)	1974年11月1日 ～1992年10月25日	福井県大野市 泉町5
	1992年10月26日～ 現在	福井県大野市 春日94-27-1
九頭竜測候所 (九頭竜)	1982年6月1日 ～1996年10月29日	福井県大野市角野
	1996年10月30日 ～2015年5月18日	福井県大野市 川合20-44
	2015年5月19日～ 現在	福井県大野市貝皿
今庄測候所 (今庄)	1974年11月1日～ 現在	福井県南条郡南越 前町今庄

この時、相関関係を求める条件については、基準点の1時間降水量が20 [mm]以上とした。なお、相関関係を評価するために、決定係数 $R^2$ は7時間分の連続データを用いて算出した。本報では、 $R^2$ が0.81以上の時、その2つの観測点における1時間降水量の関係は高い相関性となるものとして定義する。また、本報では $R^2$ が最大値となる時の時間ズレも算出した。

図2は基準点(福井)とその他の観測点において、1年間で高い相関関係となった回数の経年変化を示す。解析期間は1980年から2019年までの40年間である。図中に示すように、高い相関関係となった回数の合計は516回であり、年間の平均回数は約13回となる。特に1998年と2019年では、高い相関関係となった回数は45回であり、解析期間の40年間の中で最も多くなっている。なお、1998年以前は、高い相関関係となる回数が20回を超えている年数は2年分であった。一方、1998年以降の場合は7年分であった。

同様に、図3は基準点(小浜)とその他の観測点において、1年間で高い相関関係となった回数の経年変化を示す。40年間の解析期間において、高い相関関係となった回数の合計は677回であり、年間の平均回数は約17回となる。特に2004年では、高い相関関係となった回数は84回であり、解析期間の40年間の中で最も多くなっている。

表2 各観測点の観測期間と所在地(その2)

気象台の名称	観測期間	所在地
小浜測候所 (小浜)	1974年11月1日～ 現在	福井県小浜市遠敷 3丁目
敦賀特別地域 気象観測所 (敦賀)	1974年11月1日 ～現在	福井県敦賀市 松栄町6
美浜測候所 (美浜)	1975年5月19日～ 現在	福井県三方郡 美浜町久々子
大飯測候所 (大飯)	1995年11月10日 ～現在	福井県大飯郡 おおい町本郷137 -13
朽木平良測候所 (朽木平良)	2005年12月6日～ 現在	滋賀県高島市朽木 平良
柳ヶ瀬測候所 (柳ヶ瀬)	1976年4月27日～ 現在	滋賀県長浜市 余呉町柳ヶ瀬
長浜測候所 (長浜)	2010年3月25日～ 現在	滋賀県長浜市 湖北町馬渡 (当時の名称:虎姫 測候所)
宮津測候所 (宮津)	1974年11月1日 ～1997年3月6日	京都府宮津市 字宮村
	1997年3月7日～ 現在	京都府宇上
舞鶴特別地域 気象観測所 (舞鶴)	1974年11月1日～ 現在	京都府舞鶴市 字下福井899-8

なお、1998年以前は、高い相関係数となる回数が20回を超えている年数は1年分であった。一方、1998年以降の場合は12年分であった。

### 3. 解析結果

#### 3.1 基準点と各観測点の相関係数

表3は2015年10月1日の1時間降水量のデータを用いて、大雨時の基準点(福井)と各観測点の決定係数 $R^2$ などを示す。気象庁の時間別の1時間降水量は、表中の表示時刻の1時間前の積算雨量である。20個の観測点の中で、最大の $R^2$ は舞鶴の0.980である。この時、 $R^2$ を算出した際の時間のズレは0時間であった。

同様に、表4は2017年9月17日の大雨時の基準点(小浜)と各観測点の $R^2$ などを示す。20個の観測点の中で、最大の $R^2$ は美浜の0.855である。この時、 $R^2$ を算出した際の時間のズレは0時間であった。

図4(a)は、2015年10月1日の基準点(福井)と舞鶴の1時間降水量の相関関係を示す。近似直線の傾き $a$ は約0.83である。この値を解析した時刻は10月1日22時～10月2日4時である。同様に、図4(b)は、2015年10月1日の基準点(福井)と柳ヶ瀬の1時間降水量の相関関係を示す。近似直線の傾き $a$ は約1.34である。この値を解析した時刻は10月1日22時～10月2日4時である。

図5(a)は、2017年9月17日の基準点(小浜)と美浜の1時間降水量の相関関係を示す。近似直線の傾き $a$ は約0.92である。この値を解析した時刻は9月17日20時～9月18日2時である。

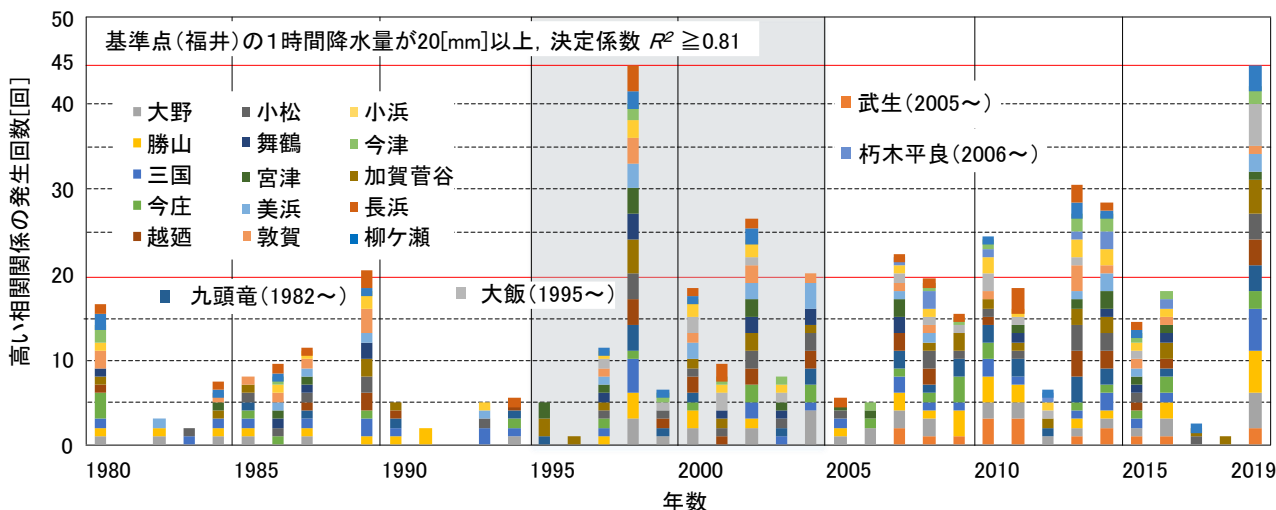


図2 高い相関関係の回数の経年変化と観測年の観測点数の変化(基準点: 福井)

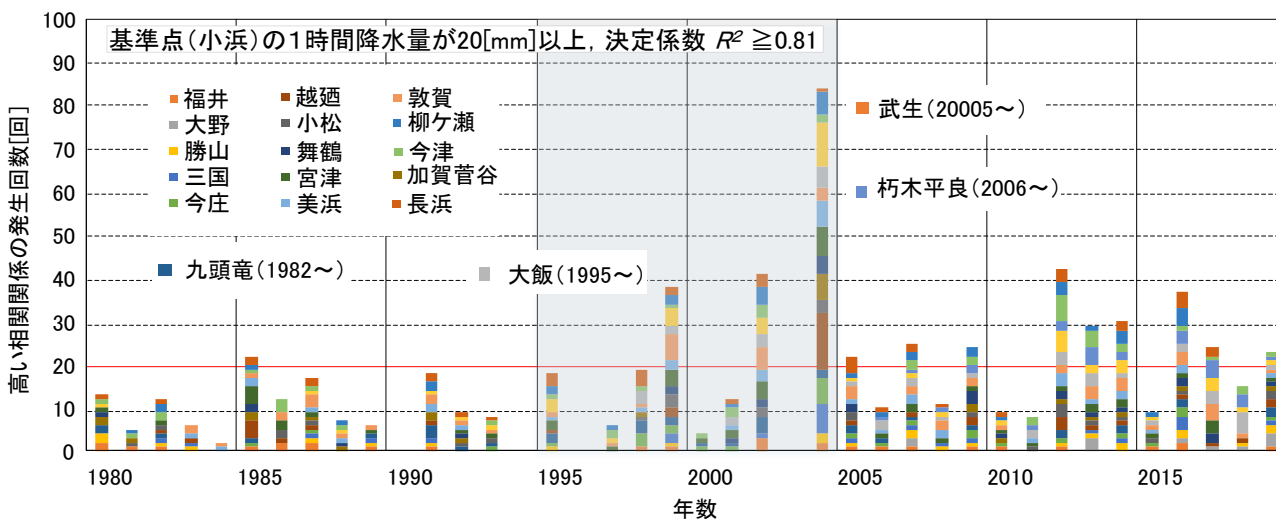


図3 高い相関関係の回数の経年変化と観測年の観測点数の変化(基準点: 小浜)

表3 2015年10月1日の1時間降水量(基準点は福井)

年	月	日	時	福井	武生	大野	勝山	三国	今庄	九頭竜	越廼	小松	加賀菅谷	舞鶴	宮津	美浜	敦賀	大飯	小浜	朽木平良	今津	柳ヶ瀬	長浜	
2015	10	1	15	1.5	2	0.5	1	0	1.5	2	2.5	0	0	1.5	2.5	2.5	1	0.5	0.5	0	2	3.5	1.5	
2015	10	1	16	4	4	1.5	3.5	2	3	4	5	0	1.5	0	0	1	1.5	0	0	0.5	0.5	3.5	1	
2015	10	1	17	6	2	1.5	5	2	0.5	5	4	2.5	2	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0.5	0	
2015	10	1	18	0	0.5	1	0.5	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2015	10	1	19	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2015	10	1	20	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2015	10	1	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2015	10	1	22	0.5	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0.5	
2015	10	1	23	1.5	1	1.5	1.5	0	2.5	5.5	1	0	1.5	0	0.5	0	1	0	0	0.5	0	2	0	
2015	10	2	0	2	1	1.5	0.5	2	1	4.5	5	0	1	1.5	0.5	0.5	1	1	0.5	4.5	2	2	2	
2015	10	2	1	23	26	2.5	4.5	26	17	5	36.5	18.5	26.5	20	31.5	9	10.5	3.5	0.5	3.5	1.5	1.5	1.5	
2015	10	2	2	8	19	26	26.5	1.5	46	22	2.5	4	15.5	5	1	32	40.5	27.5	33	5	7	32.5	9.5	
2015	10	2	3	2.5	3	17.5	26.5	0.5	12.5	11	1	8.5	15	1	0	1	3	0.5	0.5	4.5	2	6.5	6.5	
2015	10	2	4	0	1.5	5	4.5	0	3	8.5	0	0	4	0	0	0.5	1	0	0	0.5	0	2	0	
2015	10	2	5	2	0	0	0	0	0	9.5	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	
2015	10	2	6	0.5	0	0.5	0	0	3.5	0.5	0	4.5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2015	10	2	7	1	0	0.5	0.5	0	0.5	0.5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0.5	0	0.5	0	
2015	10	2	8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0.5	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0.5	
2015	10	2	9	0.5	0	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0	0.5	0	0	0.5	0	0	0	
2015	10	2	10	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0.5	0	0	0	
2015	10	2	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0.5	0	0.5	0.5	
統計				1256	1252	1392	1016	1985	1048	1442	0795	1280	0835	1213	1261	1619	1065	1262	0000	0302	1338	0456		
決定係数 R <sup>2</sup>				0.860	0.887	0.683	0.896	0.882	0.705	0.900	0.824	0.681	<b>0.980</b>	0.875	0.830	0.866	0.866	0.865	0.000	0.893	<b>0.971</b>	0.851		
重相関係数 R				0.927	0.942	0.826	0.947	0.939	0.839	0.949	0.908	0.825	0.990	0.936	0.911	0.931	0.931	0.930	0.000	0.945	0.985	0.923		
時間ズレ				0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1

注) 表中の1時間降水量は表示時刻の1時間前の積算雨量である。

表4 2017年9月17日の1時間降水量(基準点は小浜)

年	月	日	時	小浜	福井	武生	大野	勝山	三国	今庄	九頭電	越前	小松	加賀谷	舞鶴	宮津	美浜	大飯	敦賀	朽木平良	今津	柳ヶ瀬	長浜		
2017	9	17	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
2017	9	17	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
2017	9	17	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
2017	9	17	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
2017	9	17	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.5	4	0	0	0	0	0	0	0		
2017	9	17	19	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	3.5	7	0	0	0	0	0.5	0	0		
2017	9	17	20	3	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	15.5	31	0.5	0.5	0	10.5	0	0	0		
2017	9	17	21	14	0	0	0	0.5	0	0.5	0	0	0	12.5	45.5	10.5	5	1.5	34.5	1	0.5	0	0		
2017	9	17	22	24.5	0	2	1.5	1	9	3.5	9	6	0	0	28	45	29.5	20	6.5	40	4.5	0.5	1.5		
2017	9	17	23	25.5	17.5	12	16	11.5	35	11	28	28	8.5	15.5	47	37	26	27	24	29.5	21.5	19.5	1		
2017	9	18	0	25	19.5	14.5	16	12.5	28	10.5	26	41	26.5	32.5	21	4	17.5	30	9.5	8.5	2	24	14.5		
2017	9	18	1	14	16	9	13	18.5	21	5.5	2.5	18.5	28	18	4.5	1.5	9	22.5	5	7	3	4.5	0		
2017	9	18	2	4.5	3.5	1.5	2.5	0.5	4	3.5	7	4	5	11	1	0.5	2.5	6.5	6.5	4.5	1.5	13	1		
2017	9	18	3	0.5	1	0.5	2	1.5	0.5	0.5	7	0.5	2.5	3.5	0	0	0.5	0	3	2	0	4	0		
2017	9	18	4	0	0	0.5	0.5	0.5	0	3	1.5	0	0	0	0	0	0	1	0	0.5	8	0	0		
2017	9	18	5	0	2	3	0	0.5	1	4	0.5	2.5	0.5	2	0.5	0.5	0.5	0	2.5	0	1.5	0.5	0		
2017	9	18	6	0	0	0.5	0.5	0.5	1	1	1	0	3.5	7	0	3	0	0	1.5	0	0	2.5	1		
2017	9	18	7	0	0.5	0	0	1	0.5	1.5	0.5	0.5	0	6.5	0	2	1.5	0.5	3.5	0.5	0	2	0		
2017	9	18	8	1	0.5	0.5	0.5	0	0	2.5	2.5	0	0.5	4	0.5	0.5	0.5	4	2.5	0	8.5	0	0		
2017	9	18	9	0	0.5	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0.5	1	0	0	1	1	0.5	0.5	4	0		
2017	9	18	10	0.5	0.5	0	2.5	1	0	0	0.5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0		
傾き a				0.603	0.411	0.520	0.477	0.997	0.339	0.729	1.021	0.728	0.799	1.159	1.610	0.921	1.031	0.503	1.269	0.337	0.616	0.188			
決定係数 R <sup>2</sup>				0.743	0.746	0.768	0.662	0.770	0.796	0.420	0.681	0.571	0.646	0.694	0.802	0.855	0.853	0.429	0.827	0.294	0.465	0.204			
重相関係数 R				0.862	0.864	0.877	0.814	0.877	0.892	0.648	0.825	0.755	0.804	0.833	0.895	0.925	0.923	0.655	0.909	0.543	0.682	0.451			
時間ズレ				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	-1	0	1	1	-1	0	1	1	1	

注)表中の1時間降水量は表示時刻の1時間前の積算雨量である。

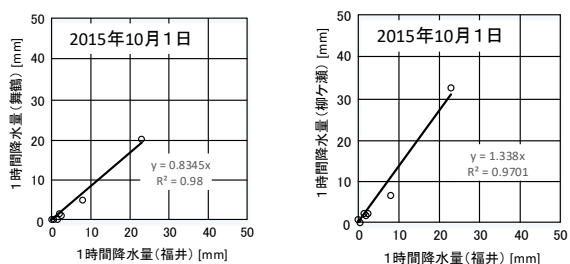


図4 1時間降水量の相関関係 (基準点: 福井)

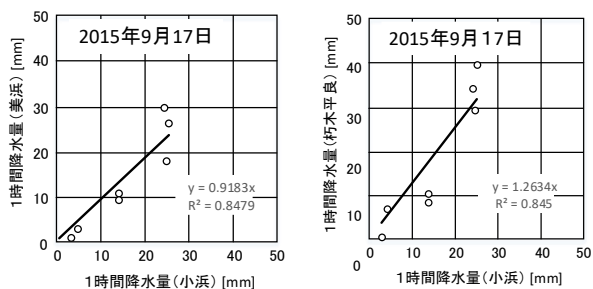


図5 1時間降水量の相関関係 (基準点: 小浜)

同様に、図5(b)は2017年9月17日の基準点(小浜)と朽木平良の1時間降水量の相関関係を示す。近似直線の傾き a は約 1.26 である。この値を解析した時刻は9月17日20時~9月18日2時である。

#### 4. まとめ

本報は1時間降水量の連続データを用いて、福井県内とその周辺における複数の気象台で観測される1時間降水量の相関性を明らかにすることを目的とする。なお、福井県は地理的に2つの地域に分割され、嶺北地方と嶺南地方に分かれるため、1時間降水量の相関性を検討する際の基準点は福井地方気象台と小浜測候所の2点とした。以下に本報で得られた知見を示す。

福井において1時間降水量 20[mm]以上の大雨が降った

時、福井と他の観測点の1時間降水量について回帰直線を求めた。その時の決定係数 R<sup>2</sup> が 0.81 以上となるケースを高い相関関係として定義した。1980年~2019年の間、高い相関関係は年平均で約13回生じることがわかった。

同様に、小浜では1980年~2019年の間、高い相関関係は年平均で約17回生じることがわかった。

#### 5. 注釈

##### 5.1. 決定係数について

図6は基準点と各観測点の1時間降水量を用いて決定係数 R<sup>2</sup> の算出式を示す文献<sup>4)</sup>。R<sup>2</sup>を算出する際の基準点のデータの個数は、1時間降水量 20[mm]以上となるデータの前後3時間分、合計7つである。各観測点のデータも同様に7つである。各観測点のデータの時間ズレは±3時間の範囲として、最大の R<sup>2</sup> を求めた。

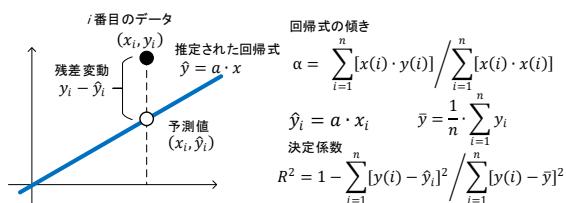


図6 回帰式と決定係数の算出方法

#### 【参考文献】

- 1) 福井県: 降雨強度式(H26.1改訂), <https://www.pref.fukui.lg.jp/doc/kasen/seibi/koukyou/doshiki2.html>
- 2) 西島映里, 島脇優里, 野々村善民: 複数の気象データを用いた確率降水量に関する研究(その1)平成30年7月豪雨の影響について, 日本建築学会大会学術講演梗概集(北陸), pp.879-880, 2019年9月
- 3) 気象庁: 各種データ・資料, <http://www.jma.go.jp/jma/index.html> 2020年7月
- 4) BellCurve: 統計WEB 決定係数と重相関係数 <https://bellcurve.jp/statistics/course/9706.html> 2020年5月7日