

福井県における微小粒子状物質 (PM2.5) の挙動 (第4報)
ー平成22～25年度の調査結果からー

泉 宏導・酒井忠彰・谷口佳文・福島綾子

Characteristics of PM2.5 in Fukui Prefecture (4)
- Analysis of FY2010-2013 Data -

Hiromichi IZUMI, Tadaaki SAKAI, Yoshifumi TANIGUCHI, Ayako FUKUSHIMA

1. はじめに

健康被害の原因となることが懸念され平成21年に環境基準が定められたPM2.5について、福井県内の濃度の実態を把握し、今後の常時監視体制構築や発生源対策の基礎資料となる知見を得るため、平成22年度より自動測定機による調査を開始した。

本報では、平成25年度までの測定データをもとに、PM2.5の実態について解析した結果を報告する。

2. 調査方法

平成22年度より2台の自動測定機(表1)により、1地点(福井局)は通年測定(注)、他地点(県大気汚染測定局16局、自排局を含む)は測定機を移設しながら調査を開始した。平成25年3月より同一機器を追加整備し、通年測定を6局体制で(図1)調査を行った。

表1 PM2.5測定機

型式: APDA-3750A ((株)堀場製作所製)
測定原理: β 線吸収方式
PM2.5分粒方式: VSCCサイクロン方式

(注)福井局の測定機は環境省のPM2.5モニタリング試行事業で導入したものであり、測定データは環境省に帰属する。

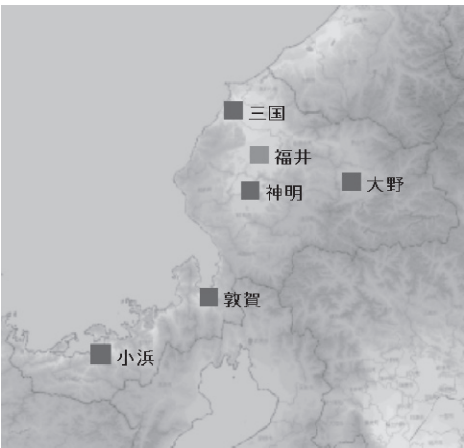


図1 PM2.5通年測定局配置図

3. 結果および考察

3.1 福井局のPM2.5濃度

福井局の年平均値(表2)は、22年度は $15.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ で環境基準(「 $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下」)非達成、23年度は $13.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、24年度は $14.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と環境基準を達成し、減少する傾向に見えたが、25年度は $16.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と環境基準非達成となった。PM2.5濃度の長期傾向の判断には、さらなる測定データの蓄積が必要である。

また、日平均値の環境基準達成評価(年間98パーセンタイル値)では、22年度は $46.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ で環境基準(「 $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下」)非達成であったが、23年度は $32.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、24年度は $35.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と環境基準を達成していた。しかしながら、25年度は $44.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と年平均値同様、環境基準を超過した。

表2 福井局PM2.5濃度[単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$]

	22年度	23年度	24年度	25年度
年平均値	15.9	13.5	14.8	16.5
日平均値	46.1	32.6	35.0	44.9

また、PM2.5とSPM、NOx、Oxの関係について、全測定期間(図2)、夏季のみ、PM2.5高濃度日($35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 超過時、以下同じ)と区別して関連性を見たところ、いずれの場合もPM2.5-SPM間には高い相関があったが、PM2.5-NOx間の相関は低かった。PM2.5の二次生成機構研究により関連性が示唆されているPM2.5とOxについては、福井局においては高い相関は見られなかった。

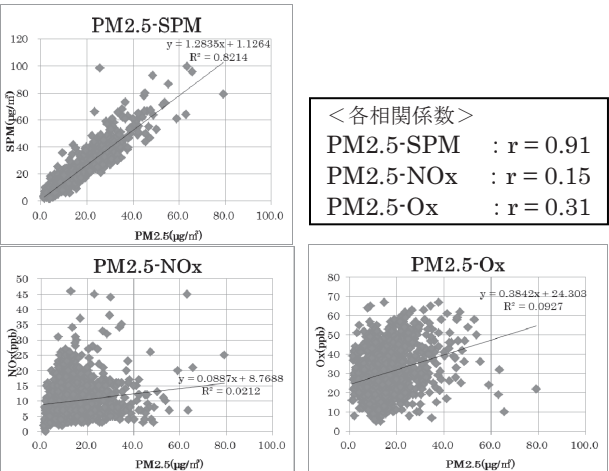


図2 PM2.5と他汚染物質との関係(日平均値)
＜福井局の全測定期間H22～H25＞

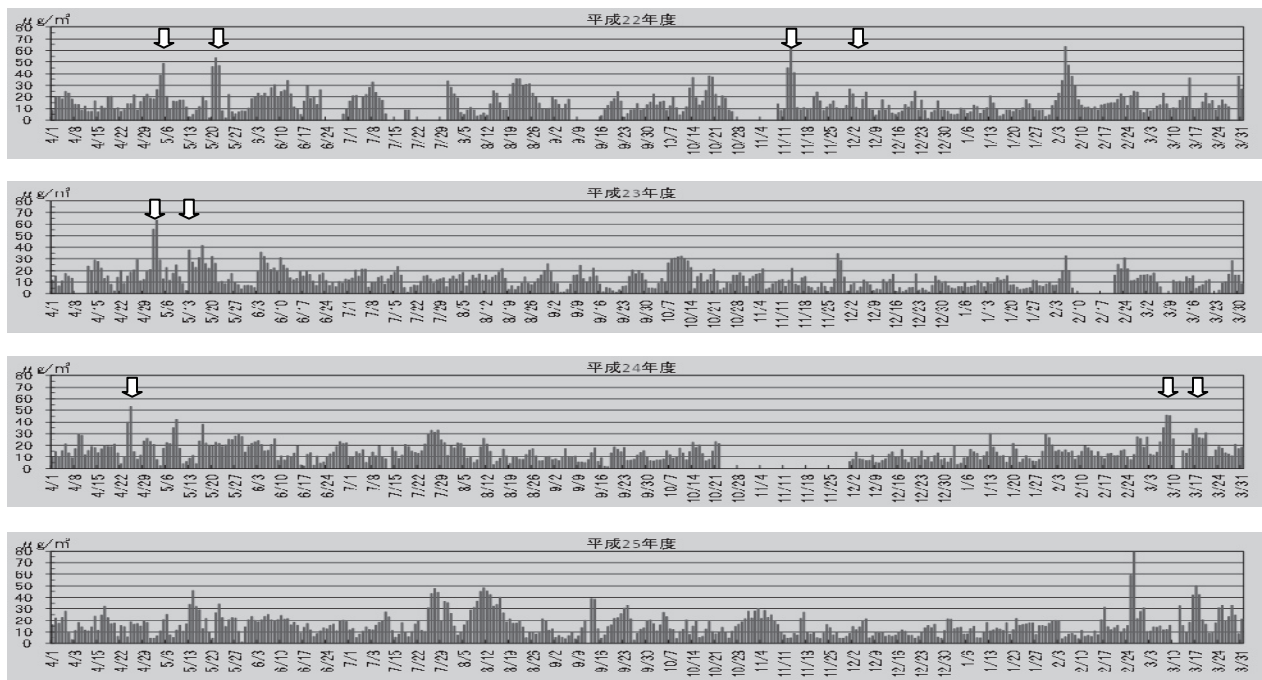


図3 福井局のPM2.5日平均値の年間変動（ $\downarrow$ は黄砂観測日²⁾）

3.2 平成24年度までと平成25年度の比較

図3に22～25年度の福井局のPM2.5日平均値の年間変動を示した。

平成24年度までの特徴として、これまでの報告（センター年報11³⁾）により次の知見が得られている。①黄砂日に高濃度となる率が高い②県内各地の測定と福井局では日平均濃度の変動パターンが類似している。③高濃度日は冬（2月頃）から春（5月頃）にかけて多く出現しており、これは全国的な傾向である。

これに対して、平成25年度は過去の年度に比べ濃度が高く、夏季および2月後半以降に高濃度が多く出現した。

平成25年度に通年測定を行った6局の日平均濃度変動を図4に示す。通年測定を行ったすべての局の日平均濃度変動パターンは類似しており、平成22年から通年測定を行っている福井局とのアベレージ比は0.85～1.04、相関係数は0.93～0.98と高い相関があった。（表3）

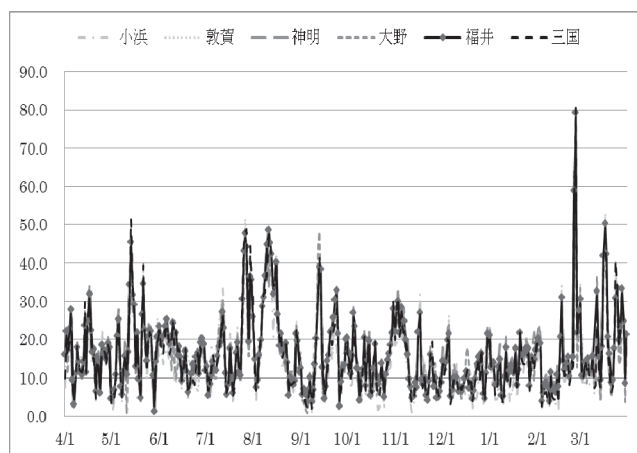


図4 PM2.5日平均値の濃度変動（平成25年度）

表3 PM2.5日平均濃度（平成25年度）福井局との比較

（同日測定日）	小浜	敦賀	神明	大野	三国
福井とのave比	0.8505	0.9658	1.0413	0.9301	0.9477
相関係数	0.9343	0.9485	0.9797	0.9477	0.9757

これらのことから、PM2.5は広域性の強い大気汚染物質といえる。

また、月別平均値（図5）で季節変動をみると、局毎の変動傾向は同じであるが、地点により濃度差が見られた。また、22～24年度とは異なり、冬から春にかけてだけでなく7、8月の濃度（日平均値の月別平均値）が高くなった。

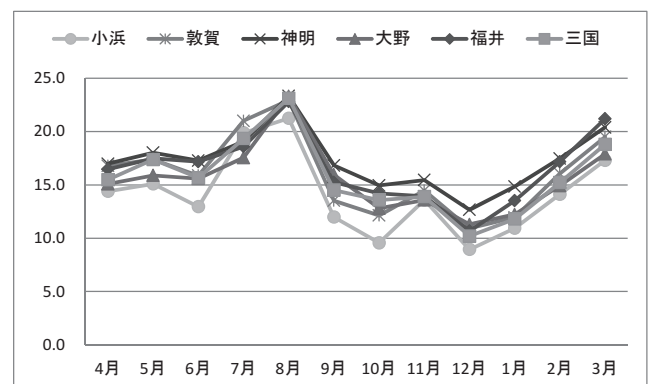


図5 PM2.5月別平均値（平成25年度）

3.3 県内濃度分布

平成25年度の濃度分布を表4に示す。なお、通年測定を行った局については年平均値、移動機器による測定を行った局については、福井局との平行試験データの比と福井局年平均値により算出した値に、さらに機差補正し推定年平均値を求めた。

これらの値を比較すると、福井局や敦賀局などの市街地、神明局などの工場近隣地、および自動車排ガス局の濃度が

高い傾向にあることが見て取れる。また推定値ではあるが、平成25年度は県内17測定局のうち14局で環境基準(年平均)を超えていた可能性がある。

表4 平成25年度県内濃度分布

年平均値<通年測定局> ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
地点	小浜	敦賀	神明	大野	福井	三国
PM2.5	14.2	16.1	17.2	15.4	16.5	15.7
推定年平均値 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
地点	今立	武生	自排福井	金津	坂井	麻生津
PM2.5	14.2	14.9	16.3	15.6	16.3	16.5
(測定期間)	4/1- 4/30	5/2- 6/2	6/4- 7/2	7/4- 8/4	8/6- 9/4	9/6- 10/6
地点	センター	自排丹南	和久野	自排敦賀	三方	
PM2.5	15.4	24.6	14.7	15.3	15.6	
(測定期間)	10/8- 11/5	11/7- 12/5	12/7- 1/8	1/10- 2/9	2/11- 3/11	

3. 4 高濃度日出現状況

平成25年度PM2.5濃度の高濃度日を表5に示す。

表5 高濃度日の出現状況(平成25年度)

	小浜局	敦賀局	神明局	大野局	福井局	三国局
25/5/14	39.5	36.8	42.2		45.6	51.4
25/5/22		37.8	36.7			39.5
25/7/26	41.6	39.7	40.6	35.4	43.1	45.1
25/7/27	45.8	51.3	44.7	39.8	47.8	48.2
25/7/28	44.1	43.4	43.7	36.9	44.2	48.8
25/7/30		41.8	35.5		36.6	44.4
25/7/31		36.8	35.3	38.8	35.6	
25/8/9	39.4	41.1	38.0	39.2	36.8	
25/8/10	42.7	40.1	41.5	46.1	44.9	39.0
25/8/11	42.1	45.5		44.9	48.6	46.6
25/8/12	41.7	42.7	43.0	38.2	45.8	46.0
25/8/13		40.0	39.0	36.3	42.3	41.2
25/8/15		38.5	35.8	36.5		
25/8/16	42.0	38.1	40.8	36.7	40.2	40.3
25/9/12	37.9		38.9	45.0	欠測	
25/9/13	39.3	37.6	36.9	48.2	39.0	41.2
25/9/14					38.4	
26/2/25	55.8	61.3	57.5	49.2	59.0	57.1
26/2/26	65.0	65.0	69.3	52.1	79.3	80.6
26/3/12				36.5		
26/3/16	38.3	39.8	41.1	35.7	42.0	40.8
26/3/17	47.2	53.0	49.5	44.4	50.3	48.6
26/3/18		42.6	38.6	35.8	42.4	
26/3/24	38.5	40.3				40.5

福井局での高濃度日は、測定を開始してから最も多かった平成22年度の18日を上まわる19日となったが、これまで高濃度日との関連が示唆されている黄砂観測日は1日もなかった。また、月平均濃度の推移と同様に高濃度日も冬から春にかけてだけでなく夏季(7~9月)に多く出現した。その原因は、後方流跡線解析や大気汚染微粒子飛来予測から、気圧配置など気象条件に伴う東アジアからの越境汚染と、国内移流の複合的要因によるものと考えられる。

表5の網掛けは高濃度日毎の最高濃度を示しているが、年平均値の高い神明局および福井局の頻度が高いわけではなかった。

3. 5 県内各局の時間変動

図6に25年度の通年測定局のPM2.5濃度の時刻変動を示す。

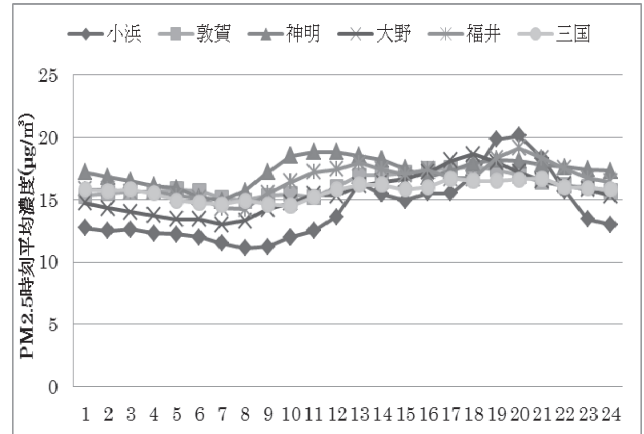


図6 PM2.5時刻平均濃度(平成25年度)

濃度に差があるもののすべての局で8時付近に最小値を示した後、徐々に上昇し、その後小浜局以外は同じような変動パターンを示した。こうした濃度変動の要因として、日照や人為的活動が濃度変動に影響しているのではないかと考えられるが、原因物質や発生源が究明されていないため、推測の域を出ない。

3. 6 平成26年2月の高濃度事例

PM2.5が大気汚染物質で健康に影響を及ぼす可能性があることが認知され、住民の注意意識が継続して高まっている。福井県が定めているPM2.5注意喚起マニュアルでは、1日平均値が $70\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えると予想される場合に注意喚起を実施することとなっている。その判断基準は、①測定局の内のいずれかの局で、5時から7時の1時間値の平均値が $80\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えた場合、②測定局の内のいずれかの局で、5時から12時までの1時間値の平均値が $75\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えた場合である。

なお、この基準の値については本研究のデータを基に定められた。

表6 平成26年2月26日の濃度状況($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

2月26日	小浜	敦賀	神明	大野	福井	三国
5~7時平均	62.7	75.0	64.3	63.3	74.7	75.3
5~12時平均	60.8	76.0	68.6	61.8	78.5	76.8
日平均濃度	65.0	65.0	69.3	52.1	79.3	80.6

表6に平成26年2月26日の濃度状況を示す。この日の5時から12時の1時間の平均値が $75\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えたため、福井県で初めて注意喚起を行った。

実際の日平均値では、福井局および三国局で環境省指針となる $70\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えた。ここで、平成26年2月25日から27日の状況について、考察を行う。

図7にPM2.5時間濃度の推移を示す。

濃度上昇時に着目すると、大野局のみ遅れ、他の局はほぼ同時に上昇している。各測定局の位置関係から考えると、高濃度で広範囲の気塊が北西から飛来したのではないかと推察できる。

濃度下降時においては、局ごとに時間の差が見られ、その共通する要因は、今回のケースでは「北寄りから南寄りへの風の変化」であった(表7)。これらのことから、高濃度の気塊は福井県に到達した後、ほとんど南下せず、南寄りの風によって高濃度の域を脱したのではないかと考えられる。

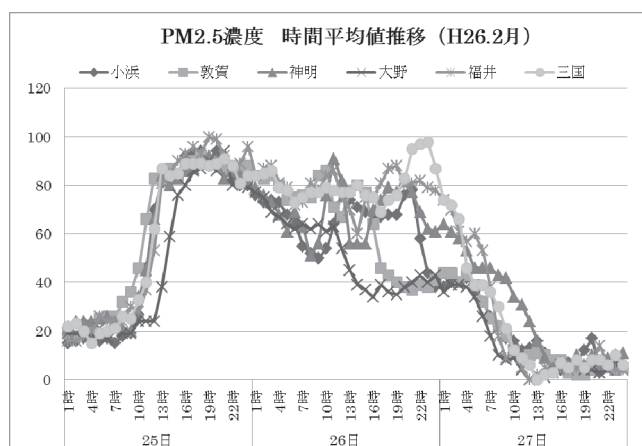


図7 平成26年2月25～27日PM2.5濃度推移

表7 平成26年2月26日風況

	26日 風の状況
三国	12時より北寄り24時より南寄り
福井	13時より北寄り20時より南寄り（1m以下）
神明	11時より北寄り21時より南寄り
大野	10時より南寄り
敦賀	11時より北寄り16時より南寄り
小浜	11時より北寄り20時より南寄り

また、27日の6～7時の雨量観測とともに $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下への急激な下降が見られ、雨による濃度減少とも考えられるが、これらの濃度変化の要因については、今後のデータの蓄積および解析が必要である。

2月26日に日平均値が $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ をこえた府県は、福島、新潟、富山、石川、福井、大阪、兵庫、香川であり、北陸を中心として広域的に高濃度となった。

ここで、同日の北信越地域の状況を図8に示す。

なお、石川県は白山市馬場の松任局、富山県は射水市中太閤山の小杉太閤山局、新潟県は新潟市東区の大山局の速報値⁴⁾である。

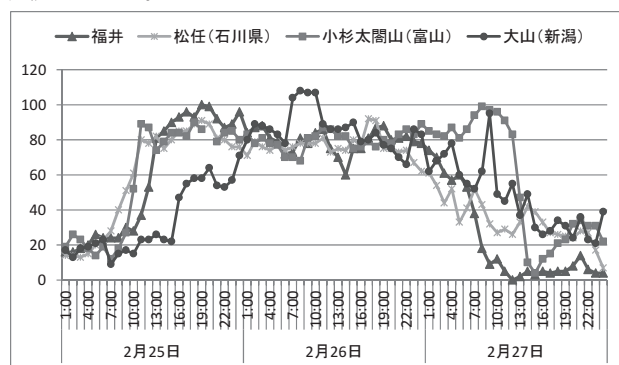
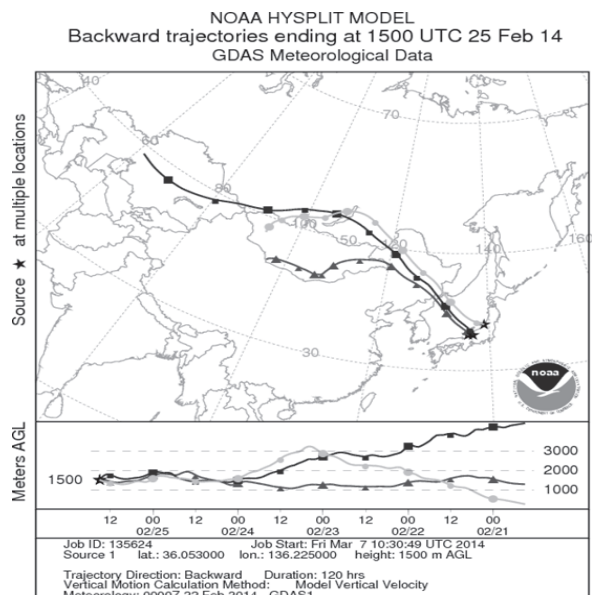


図8 平成26年2月25～27日北陸PM2.5濃度推移

高濃度気塊がどの地域からのものかを推定するため、図9に2月26日0時を起点とした5日間の後方流跡線解析（NOAA HYSPLIT MODEL）⁵⁾を示す。

各県の濃度変動パターンおよび後方流跡線解析の結果から、2月26日の高濃度は同一セクターである北東アジアからの気塊によりもたらされたと考えられる。

なお、環境省からの発表⁶⁾では、大陸からの越境汚染と、移動性高気圧の影響により都市汚染も含めて大気汚染物質が底流しやすい状況にあったことが複合して濃度上昇となった可能性が高いとされている。



<凡例：福井—▲— 富山—■— 新潟—●— >

図9 2月26日0時を起点とする後方流跡線解析

4. まとめ

22～25年度の測定および解析結果から本県のPM2.5の実態について以下のことが分かった。

- ①福井局のPM2.5濃度は、22年度は環境基準非達成、23、24年は達成となったが、25年度は福井局を含め通年測定を行った県内すべての観測局で環境基準非達成となった。
- ②季節変動について、22～24年度の3年間では、高濃度が冬から春にかけて多くみられたが、25年度は夏に多く出現しており、これは全国的な傾向であった。
- ③県内各地の日平均濃度パターンは類似しており、またその濃度は同程度で相関も高い。これより本県のPM2.5濃度は広域汚染による寄与が大きいことが示唆される。
- ④平成26年2月の注意喚起となった高濃度事例では、高気圧の動きに合わせ北東アジアからの越境汚染の影響が原因である可能性が高いと考えられる。

参考文献

- 1) 東京都微小粒子状物質検討会報告書（平成23年7月、東京都微小粒子状物質検討会）
- 2) 気象庁ホームページ>気象統計情報>地球環境・気候>[地球環境のデータバンク] 黄砂
- 3) 福井県における微小粒子状物質(PM2.5)の挙動(第3報), 福井県衛生環境研究センター年報, 11,1348-8007(2012)
- 4) 石川県保健環境センターホームページより
<http://www.pref.ishikawa.lg.jp/hokan/pm/pmkako.html>
 富山県環境科学センターホームページより
<http://www.eco.pref.toyama.jp/mente/mente.html>
 新潟市環境部環境対策ホームページより
<http://taiki.city.niigata.lg.jp/newsflash.php>
- 5) NOAA（米国海洋大気圏局）HYSPLIT MODELより
<http://www.ready.noaa.gov/HYSPLIT.php>
- 6) 環境省 平成26年2月25～27日のPM2.5の濃度上昇について
<http://www.env.go.jp/air/osen/pm/attach/info140304-01.pdf>