

うしかい座空洞領域における銀河の計数

田邊健茲・川端善仁*

岡山理科大学総合情報学部生物地球システム学科

*岡山県立鴨方高校

(2000年11月1日 受理)

うしかい座 (Bootes) の空洞 (Void) 領域を、東京大学木曾観測所の Schmidt 望遠鏡で撮像した B (青) バンドならびに V (黄色、実視) バンドの写真プレートを Edinburgh 国立天文台の写真データ読み取り装置 COSMOS で digitize したものの分析を行った。その結果、我々はこの領域に新しく 173 個の銀河を検出した。この結果に基づいて銀河の計数を行ったところ、B バンドと V バンドの間に顕著な違いが見られたことから、うしかい座空洞領域には実際には青い銀河が多く存在しているものと考えられる。

1. 序論

銀河 (galaxies) が宇宙に平均として一様に分布しているという仮定は、Einstein の一般相対論に基づく標準宇宙モデル (いわゆる Big Bang 宇宙) の基礎をなすものである。かつては 10 Mpc を超えるような大きな構造 (銀河団より大きな構造) は無いと考えられてきた。しかしながら、1980 年代に入ってから精力的に行われてきた銀河の赤方偏移サーベイに基づいた銀河の 3 次元分布が得られるようになり、その結果大きさが 100 Mpc にもおよぶ超銀河団 (Supercluster of Galaxies) や、銀河の欠落した領域すなわち空洞 (Void of Galaxies,あるいは簡単に Void) とよばれる構造が見え始めた。このうち、うしかい座空洞 (Bootes Void) は最初に発見された銀河の欠落したと思われる領域である。そもそもうしかい座の空洞とはどのようなところに位置しているかということ、その中心が 銀河座標の北極に近い $(\alpha, \delta) = (14\text{h } 50\text{m}, +48^\circ)$ 付近にあり、星が少ない上に明るい銀河も少ない場所である。1981年 Kirshner¹⁾ はこの領域内の互いに約 3.5° ずつ離れた $1.4^\circ \times 1.4^\circ$ の広がりを持つ天域を 3 箇所選び、R (赤) 等級が 16.3 等より明るい 133 個の銀河の赤方偏移を観測した。その結果、赤方偏移 $cz = (1.1\sim 1.9) \times 1000\text{ km/s}$ の範囲に銀河がわずか 1 個しか見出せなかったことから、彼らはここにおよそ 100 万立方 Mpc の銀河の欠落領域、すなわち空洞の存在を発表した。

うしかい座空洞の発見は大きな反響を呼んだが、この反論も直ちに起こった。Bolzano and Weedman (1982) はこの領域内に 12 個の Markarian 銀河 (紫外線を強く出す銀河) を検出した。これに対して、Kirshner のグループ²⁾ (1987) は新しく 239 個の小領域の赤方偏移サーベイを行い、前回よりはやや小さくなったものの、半径 62 Mpc の void の存在を確認した。このとき観測した銀河の明るさの限界等級は $V=17.19$ 等であった。Sanduleak and Pesch (1982、1987) は輝線を示す 55 個の銀河のうち 7 個は Void 内に存在することをつきとめた。また、Cruzen のグループ³⁾ (1997) はうしかい座空洞の中にある 27 個の銀河の表面測光を行った結果、それらの銀河の形態が異常であるとともに、IRAS 銀河より青いこともわかった。さらに Dey and Strauss (1990) は 12 個の IRAS 銀河が空洞内にあることをつきとめた。Szomoru のグループ (1996) は電波 (HI) による観測により 24 個の青い銀河が空洞内に存在していることを報告している。

このような状況の中で、我々は東京大学木曾観測所の 105 センチメートルの Schmidt 望遠鏡で撮影された B バンドならびに V バンドの写真プレートを調べて、この領域にさらに多くの青い銀河が存在することをつきとめることを試みた。それは、これらのプレートが従来のもより深く (18 等を超える)、かつずっと広い領域をカバーしているからである。我々の手順はおよそ次のとおりである：① 写真データを digitize する、② 銀河の同定とカタログの作成を行う、③ 赤方偏移の測定へ持ち込む、以上である。今回は ①と②を行った結果、得られたカタログを用いて銀河の計数 (Number Count) を行った。これは、銀河が宇宙で空間的に一様に分布しているかどうかを確かめる有効な方法と考えられる。

本論文では 2. 観測データ、3. COSMOS によるデータ処理、3. 銀河のカタログ、5. 銀河の計数、そして最後の章で結果に対する議論を述べる。

2. 観測データ

この研究に用いたうしかい座の写真プレートは、1988年に前原英夫によって木曾観測所の補正版の口径が105cmのSchmidtカメラによって撮影されたものである。これらのプレートはB,V,Rバンドの3種類で、面積は $6^\circ \times 6^\circ$ 、中心が $(\alpha, \delta) = (14\text{h}38\text{m}, +48^\circ 38')$ 、露出時間は60分から90分と従来のものより暗い銀河が検出されることが期待される。さらに、うしかい座空洞領域とは別に、比較領域 $(\alpha, \delta) = (13\text{h}20\text{m}, +30^\circ 00')$ も同様に撮像された(いずれも1950年分点)。これらとは別にパロマー天文台の48インチSchmidtカメラによるいわゆるPalomar Sky Surveyのglass copyも使用した。それから、あとで述べるように、等級値のcalibrationの必要性から、うしかい座空洞領域の中の5箇所、ならびに比較領域のなかの2箇所を、同じく木曾観測所のCCDによる測光観測を1996年3月、および1997年3月に行った。

3. データ処理

観測データは、写真プレートとCCDによる測光データの2種類あり、それぞれ処理の仕方が異なるので、分けて述べる：

(1) COSMOS による写真データの処理

Schmidtカメラによる写真データは面積が広く、写っている天体(恒星と銀河)の数も膨大であるため、機械による読み取りとデジタル化が不可欠である。我々は上記のプレートをイギリスのRoyal Observatory EdinburghのCOSMOS(Co-Ordinate Shapes Magnitudes Orientations Sizes)を用いて読み取ったデータを使用した。

なお、このCOSMOSを用いた研究としては、Heydon-Dumbleton, Collins, MacGillivray (1990年～)らによるThe Edinburgh/Durham Galaxy Survey(UK Schmidtの写真plate)や、Stobie et al.⁴⁾ (1997年～)によるThe Edinburgh-Cape Blue Object Survey(同じくUK Schmidtによる南天の青い星の検出のプロジェクト)がある。

ここで、読み取ったパラメーター(位置、座標、面積、長径、短径その他)のなかで最も問題になるのがCOSMAGという名前の等級値である。これは、通常天文学で定義されている等級と異なるため、次に述べるCCDによる測光から決まる等級を用いて、COSMAGを変換しなければならない。

(2) IRAF による CCD 測光データの処理

COSMAGを標準の(Johnsonの)magnitudeに変換するため、うしかい座空洞内の天域、ならびにLandolt⁵⁾による標準星野の測光データを用いた。このときデータ処理に使用したソフトはアメリカ国立光学天文台が開発した標準ソフトIRAF Ver.2.10で、使用したコンピュータは国立天文台岡山天体物理観測所のSUN WSならびに岡山理科大学田辺研究室のPC(Gateway2000にLinux, Slackware3.4)である。また、測光データ処理に用いたIRAFのパッケージはAPPHOTである。

4. うしかい座空洞領域の銀河のカタログ

(補遺参照)

COSMOSで読み取った天体は基本的には恒星と銀河である。これらの識別は著者の一人(川端)によってなされた(川端・修士論文⁶⁾, 卒業論文⁷⁾)。そして、検出された銀河のカタログのうち、うしかい座空洞領域の銀河のみを補遺に掲載した。

このカタログの項目は赤経、赤緯、COSMAG, B等級、色指数B-V、色指数B-R、扁平率b/aおよびidentification(既知の銀河は#)。その結果、273個の銀河のうち、173個が新しく検出されたものである。なお、これらの多くは青い(B-Vの値が小さい)ことが注目される。

5. 銀河の計数

銀河の計数の概念は、もともと銀河系内の恒星の計数 (Star Count) から来たものである。すなわち、もし恒星が一樣にどこまでも分布しているならば、 m 等より明るい星の数 $N(m)$ は

$$N(m) \propto 10^{0.6m}$$

で与えられることが証明される。恒星の場合、 $m - \log N(m)$ のグラフの傾きは 0.6 より小さくなるが、銀河の場合は、0.6 に近いことが期待される。4 で得られたカタログ (補遺) を用いて作成した銀河の計数のグラフが図 1 (V バンド) と図 2 (B バンド) である。ここで $N(m)$ は明るさが $-0.5 + m \sim 0.5 + m$ の

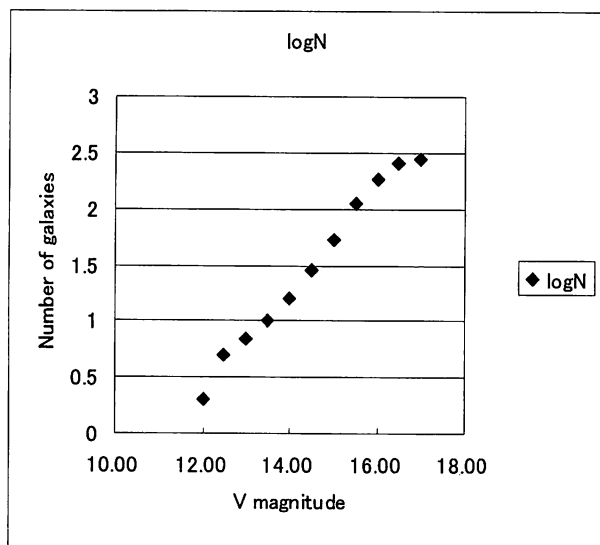


図 1. V バンドによる銀河の計数

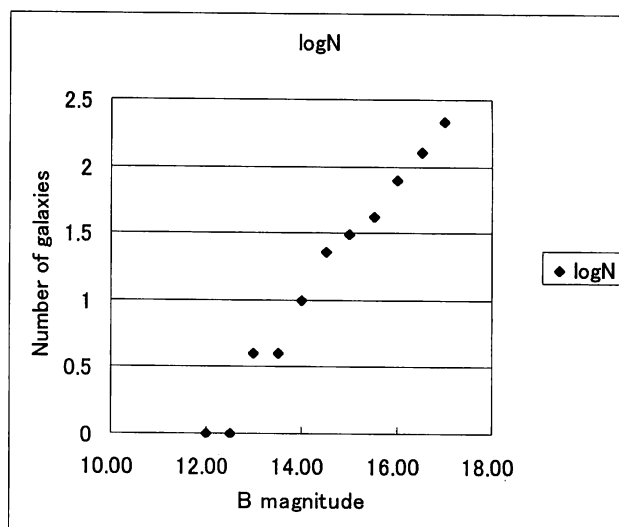


図 2. B バンドによる銀河の計数

間にある銀河の個数の累積値である。これらのグラフを比較すると 14 等から 16 等の付近で顕著な違いが見られるため、うしかい座のこの領域には青い銀河が多く存在していると解釈できる。

6. 結論と今後の課題

今回の結果から、うしかい座空洞領域には、他の観測者たちの結果からも予想されるように、青い銀河 (blue galaxies) が通常の領域より多く存在していると解釈できる。今回、我々が調べた領域には 273 個の銀河が同定され、そのうち 173 個が新しい (カタログされていない) 銀河であることが判明した (川端・修士論文)。実際には 20 等を越えるところまでは天体が写っているが、形態上識別できない。また、当初固有運動から星と銀河を選別する予定であったが、COSMOS の位置測定の精度が悪いためそれは難しかった。また、比較領域の銀河の計数をやってみたところ、B バンドと V バンドには顕著な違いが見られなかったことから、うしかい座領域は相対的に青い銀河が (他の天域よりも) 多いと推定できるが、その理由は明らかではない。

今後我々が選ぶべき方法としては次のことが考えられる：

- ① 新しく見つかった銀河について、赤方偏移の観測ををどのように行なうか。
- ② 国内でより deep な撮像 (測光) データを得ることは可能か。

このうち、赤方偏移の観測は国外 (例えばハワイ) が望ましい。また、②に関して木曾観測所の環境は必ずしも良いわけではなく (seeing, 光害, 望遠鏡など)、しかももはやプレートが存在しないため、写真観測はできない。したがって、短波長に感度のある CCD に期待したい。

謝辞 この研究のきっかけと観測データを提供していただいた、前原英夫・国立天文台岡山天体物理観測所長に深く感謝致します。また、データの読み取りと処理の仕方に関して国立天文台・三鷹の山田亨博士には

大変お世話になりました。エジンバラの王立天文台における COSMOS によるデータ処理に関しては Robert Stobie 博士（現南アフリカ・ケープ天文台）にお世話になりました。あわせてここに感謝の念を表したいと思います。

参考文献

- 1) Kirshner ,R.P. et al, A Million megaparsec void in Bootes, *Astrophysical J.*228(1981),pp.L57-L60
- 2) Kirshner et al A Survey of Bootes Void,*Astrophysical J.*314(1987),pp.493-506
- 3) Cruzen S.T. et al Photometry of Galaxies in the Bootes Void, *Astronomical J* 113(1997),pp.1983-1994
- 4) Stobie R.S. et al, The Edinburgh-Cape Blue Object Survey 1. *Monthly Notice of royal astronomical Society*,287(1997),pp848-866
- 5) Landolt, U. UBV Photometric Standard stars in the magnitude range $11.5 < V < 16.0$ around the celestial equator, *Astronomical J.*104(1992) pp.340-371
- 6) 川端善仁 うしかい座ボイド領域の銀河サーベイ、修士論文（大阪教育大学）、2000年3月
- 7) 川端善仁 Bootes(うしかい座)ボイド領域の青い銀河の探索、卒業論文（岡山理科大学）1998年3月

Number count of Galaxies in the Bootes Void Region

Kenji TANABE and Yoshihito KAWABATA*

Department of Biosphere-Geosphere System, Faculty of Informatics
Okayama University of Science
Rodai-cho 1-1, Okayama 700-0005, JAPAN

*Kamogata High School

Kamogata 819, Kamogata-cho Asakuchi-gun
Okayama 719-0423, JAPAN
(Received November 1, 2000)

Schmidt plates of the Bootes Void region taken by Kiso Observatory of Tokyo University and digitized by COSMOS machine of Royal Observatory Edinburgh were analyzed. As a result we detect 173 new galaxies. Moreover, the comparison of the galaxy count between B and V band suggests us the existence of many blue galaxies inside the Bootes Void.

補遺 うしかい座空洞領域の銀河のカタログ

	RA(h)	m)	Dec(deg)	COSMAG	B	B-V	B-R	b/a	identify
1	14	25.10	48.32	-11.51	16.15	0.94	1.14	0.60	
2	14	25.21	48.33	-11.48	16.20	0.92	1.45	0.70	
3	14	25.34	47.69	-10.43	17.68	0.67	0.27	0.79	
4	14	25.39	48.41	-10.66	17.39	0.42	0.69	0.57	
5	14	25.45	49.83	-10.66	17.39	0.38	0.79	0.63	
6	14	25.47	50.79	-12.05	15.24	-0.40	0.21	0.23	
7	14	25.67	46.86	-10.77	17.24	1.11	1.90	0.64	
8	14	26.28	46.92	-11.94	15.44	0.36	0.19	0.89	
9	14	26.46	46.21	-11.17	16.68	1.13	1.46	0.73	
10	14	26.48	45.94	-11.06	16.84	0.83	1.05	0.72	
11	14	26.51	47.04	-10.88	17.09	1.06	1.52	0.47	
12	14	26.56	46.19	-11.17	16.68	1.11	1.58	0.85	
13	14	26.59	49.78	-12.14	15.08	0.00	-0.37	0.69	#
14	14	26.75	46.54	-10.96	16.98	0.46	0.48	0.75	
15	14	26.81	47.22	-10.39	17.73	1.14	1.32	0.75	
16	14	26.82	46.89	-10.75	17.27	0.27	0.29	0.83	
17	14	26.86	46.22	-10.48	17.62	1.03	1.53	0.68	
18	14	27.01	49.32	-11.34	16.42	0.64	1.34	0.30	
19	14	27.08	46.64	-11.33	16.44	1.17	1.26	0.89	
20	14	27.25	46.12	-10.55	17.53	1.14	1.54	0.74	
21	14	27.35	47.34	-11.51	16.15	0.74	1.22	0.42	
22	14	27.71	48.10	-11.00	16.92	1.02	1.12	0.31	
23	14	27.80	46.04	-11.05	16.85	0.69	1.40	0.73	
24	14	27.80	50.14	-11.66	15.91	0.00	0.37	0.35	
25	14	27.81	49.86	-12.20	14.97	-0.34		0.39	#
26	14	28.00	50.38	-10.56	17.52	0.76	0.94	0.55	
27	14	28.43	50.26	-11.77	15.73	0.34	0.48	0.82	#
28	14	28.48	46.31	-10.93	17.02	0.84	1.17	0.79	
29	14	28.50	48.29	-12.24	14.90	0.97	1.68	0.70	#
30	14	28.57	49.81	-10.59	17.48	1.16	1.77	0.58	
31	14	28.69	49.44	-11.91	15.49	0.58		0.94	
32	14	28.84	49.83	-11.51	16.15	1.32	1.68	0.92	#
33	14	28.88	46.98	-11.43	16.28	0.29	0.49	0.60	#
34	14	28.99	47.60	-10.78	17.23	0.60	0.60	0.70	
35	14	29.20	47.43	-10.74	17.28	0.42	0.82	0.70	
36	14	29.28	46.40	-10.78	17.23	0.98	1.32	0.76	
37	14	29.42	48.07	-10.82	17.17	1.09	1.31	0.62	
38	14	29.46	46.31	-10.41	17.71	1.05	1.66	0.69	
39	14	29.48	47.72	-12.39	14.62	0.25	-2.79	0.39	#
40	14	29.57	50.08	-11.33	16.44	0.71	1.34	0.77	
41	14	29.58	50.07	-10.50	17.59	0.36	0.56	0.71	
42	14	29.62	50.05	-11.86	15.58	-0.10	0.31	0.41	
43	14	30.05	46.49	-11.41	16.31	0.57	0.80	0.72	
44	14	30.09	49.37	-10.62	17.44	0.79	1.18	0.78	
45	14	30.23	46.85	-11.10	16.78	0.55	0.77	0.42	

46	14	30.31	46.37	-11.21	16.62	0.91	1.55	0.70	
47	14	30.40	46.37	-11.47	16.22	0.78	1.07	0.65	
48	14	30.84	46.05	-11.12	16.75	0.51	0.88	0.42	
49	14	30.88	46.32	-11.67	15.89	0.84	1.28	0.48	
50	14	31.07	47.56	-10.87	17.11	0.60		0.66	
51	14	31.41	46.00	-12.51	14.39	1.07	1.34	0.72	#
52	14	31.48	45.95	-10.88	17.09	1.12	0.91	0.72	
53	14	31.62	46.69	-12.19	14.99	0.34	0.60	0.81	
54	14	31.74	47.31	-10.72	17.31	1.40		0.49	
55	14	31.90	50.42	-11.14	16.72	0.01	0.52	0.58	
56	14	32.17	49.99	-11.16	16.69	1.22	1.79	0.80	
57	14	32.19	49.24	-11.54	16.11	0.39	0.55	0.53	
58	14	32.24	50.15	-10.60	17.47	0.62		0.55	
59	14	32.25	49.67	-11.92	15.47	-0.28	-0.81	0.90	#
60	14	32.35	46.20	-10.97	16.97	0.14	0.33	0.91	
61	14	32.36	46.47	-10.77	17.24	0.92	0.99	0.35	
62	14	32.37	48.56	-10.63	17.43	0.51	1.03	0.82	
63	14	32.61	48.26	-12.49	14.43	1.51	1.93	0.73	#
64	14	32.66	46.80	-11.27	16.53	0.78	1.31	0.88	#
65	14	32.80	49.94	-11.15	16.71	0.92	1.55	0.71	
66	14	32.86	48.19	-12.39	14.62	0.81	1.89	0.68	#
67	14	32.90	46.24	-10.93	17.02	0.86	1.26	0.79	
68	14	32.90	48.16	-12.97	13.47	0.88	1.58	0.91	#
69	14	32.92	46.50	-11.43	16.28	0.10	0.53	0.69	
70	14	33.00	48.41	-11.24	16.57	0.42	0.95	0.46	
71	14	33.08	45.89	-10.65	17.40	0.39	0.20	0.73	
72	14	33.10	48.88	-12.31	14.77	-0.13	0.97	0.81	#
73	14	33.20	46.31	-10.50	17.59	0.28	0.29	0.69	
74	14	33.32	46.37	-11.20	16.63	0.68	1.34	0.73	#
75	14	33.33	49.98	-10.48	17.62	1.23	1.53	0.44	
76	14	33.47	46.01	-10.67	17.38	0.55	1.00	0.46	
77	14	33.66	46.42	-11.78	15.71	0.13	0.74	0.64	
78	14	33.71	47.09	-10.84	17.15	0.70	1.14	0.83	
79	14	33.80	49.57	-11.02	16.90	0.22	0.01	0.96	#
80	14	33.89	50.34	-10.70	17.34	0.45		0.89	
81	14	33.98	47.22	-11.28	16.51	0.38	0.67	0.57	
82	14	33.98	48.81	-10.55	17.53	0.77	0.97	0.71	
83	14	34.16	49.68	-10.50	17.59	1.86	2.50	0.69	
84	14	34.42	46.63	-10.78	17.23	0.69	0.67	0.74	
85	14	34.72	45.94	-10.68	17.36	0.72	0.71	0.82	
86	14	34.72	46.75	-11.12	16.75	0.56	0.46	0.54	
87	14	34.80	49.23	-10.45	17.66	0.50		0.79	
88	14	35.10	47.02	-12.50	14.41	0.35	1.14	0.81	#
89	14	35.25	48.63	-10.93	17.02	1.14	1.62	0.75	
90	14	35.26	48.76	-13.02	13.36	-0.17	0.91	0.42	#
91	14	35.30	48.82	-10.56	17.52	1.38	1.72	0.79	
92	14	35.41	49.02	-11.05	16.85	0.82	1.48	0.58	
93	14	35.41	49.92	-11.06	16.84	1.22	1.68	0.72	

94	14	35.56	46.38	-11.65	15.93	0.23	0.68	0.75	#
95	14	35.58	46.35	-10.96	16.98	0.31	0.62	0.79	
96	14	35.62	46.89	-11.53	16.12	0.44	1.23	0.61	
97	14	35.62	46.14	-11.01	16.91	0.57	1.00	0.66	
98	14	35.72	46.84	-10.60	17.47	1.11	1.09	0.53	
99	14	35.80	50.43	-10.28	17.86	0.80	0.71	0.70	
100	14	36.08	48.44	-10.51	17.58	0.73	1.08	0.35	
101	14	36.13	46.45	-11.14	16.72	0.56	1.32	0.52	
102	14	36.17	48.42	-12.16	15.05	-0.05	0.78	0.43	#
103	14	36.18	46.49	-11.85	15.59	0.17	0.56	0.91	
104	14	36.19	50.13	-11.14	16.72	0.30	0.32	0.78	
105	14	36.21	46.91	-11.12	16.75	0.66	1.12	0.81	
106	14	36.31	48.60	-10.58	17.49	0.75	0.93	0.63	
107	14	36.36	48.77	-10.62	17.44	1.03	1.50	0.59	#
108	14	36.46	48.61	-10.68	17.36	0.70	1.15	0.91	
109	14	36.69	49.54	-10.35	17.78	0.90	1.18	0.74	
110	14	36.82	46.88	-12.96	13.49	1.01	1.94	0.56	#
111	14	37.02	49.66	-12.32	14.75	-0.05	0.51	0.57	#
112	14	37.10	46.88	-12.65	14.12	1.24	1.39	0.88	#
113	14	37.18	47.52	-12.35	14.70	-0.43	0.20	0.83	#
114	14	37.33	46.96	-11.53	16.12	0.79	1.50	0.61	
115	14	37.61	50.20	-10.84	17.15	0.37	0.58	0.90	
116	14	37.76	47.16	-10.52	17.57	0.98	1.32	0.46	
117	14	37.77	46.85	-12.26	14.86	-0.10	0.55	0.56	#
118	14	37.91	46.83	-10.89	17.08	0.78	0.68	0.30	
119	14	38.03	47.38	-11.88	15.54	1.07	1.60	0.87	#
120	14	38.17	49.93	-11.64	15.94	0.59	1.47	0.48	
121	14	38.19	48.73	-10.83	17.16	1.28	1.72	0.68	
122	14	38.22	49.68	-10.51	17.58	0.54	1.12	0.76	
123	14	38.46	48.88	-10.97	16.97	0.82	1.18	0.31	
124	14	38.65	47.70	-10.64	17.41	1.03	1.14	0.72	
125	14	38.77	48.73	-11.12	16.75	0.72	1.07	0.86	
126	14	38.87	46.86	-11.58	16.04	-0.04	0.15	0.48	#
127	14	38.94	46.41	-10.58	17.49	1.08	1.18	0.91	
128	14	38.98	50.78	-10.53	17.56	0.64	0.93	0.63	
129	14	39.23	47.02	-10.95	16.99	1.71	1.60	0.67	
130	14	39.37	50.49	-10.88	17.09	0.41	0.59	0.61	#
131	14	39.37	50.77	-11.19	16.65	0.34	0.79	0.31	#
132	14	39.60	49.93	-11.79	15.69	0.42	0.96	0.83	#
133	14	39.82	50.57	-10.61	17.45	0.52	0.84	0.57	
134	14	39.88	46.80	-10.91	17.05	1.29	1.71	0.83	
135	14	40.29	46.27	-11.14	16.72	0.53		0.93	
136	14	40.29	48.33	-10.49	17.61	1.25	1.78	0.77	
137	14	40.39	46.51	-10.50	17.59	0.70	0.79	0.84	
138	14	40.50	50.71	-11.42	16.30	1.37	1.91	0.74	#
139	14	40.76	46.37	-10.38	17.74	0.76	0.88	0.73	
140	14	40.94	46.04	-11.40	16.33	0.50		0.85	#
141	14	41.03	49.89	-10.47	17.63	1.49		0.60	

142	14	41.39	46.84	-11.09	16.79	0.86	1.31	0.86	
143	14	41.61	50.71	-10.26	17.89	1.83	2.34	0.47	
144	14	41.69	49.66	-10.49	17.61	0.62	0.86	0.82	
145	14	41.74	50.70	-10.80	17.20	1.45	1.98	0.79	
146	14	41.78	48.41	-12.22	14.94	0.23	1.19	0.45	#
147	14	41.80	47.50	-10.82	17.17	0.83	1.17	0.75	
148	14	42.01	48.76	-10.92	17.04	1.19	1.54	0.61	
149	14	42.32	47.15	-10.65	17.40	0.61	0.66	0.70	
150	14	42.34	47.24	-10.82	17.17	1.82	1.88	0.62	
151	14	42.36	48.56	-10.86	17.12	0.40	0.48	0.75	#
152	14	42.42	46.29	-10.49	17.61	1.22	1.73	0.82	
153	14	42.46	47.25	-10.82	17.17	0.40	0.93	0.87	
154	14	42.51	50.79	-11.38	16.36	0.93	1.71	0.72	
155	14	42.60	49.70	-10.64	17.41	0.51	-0.58	0.33	
156	14	42.72	48.97	-10.85	17.13	0.61	0.79	0.71	
157	14	42.94	47.65	-10.94	17.01	0.39	0.23	0.50	
158	14	43.09	48.86	-10.41	17.71	1.08	1.28	0.85	
159	14	43.14	47.62	-10.93	17.02	0.45	0.35	0.43	
160	14	43.17	48.85	-11.17	16.68	0.72	1.32	0.98	
161	14	43.23	49.92	-12.69	14.04	-0.40	0.67	0.96	#
162	14	43.26	46.35	-10.35	17.78	0.54	2.12	0.86	
163	14	43.51	50.55	-10.60	17.47	0.80	1.17	0.79	
164	14	44.14	46.12	-10.65	17.40	0.93	1.33	0.63	
165	14	44.14	47.50	-10.66	17.39	0.77	1.33	0.43	
166	14	44.24	46.35	-10.59	17.48	0.63		0.71	
167	14	44.29	47.80	-10.83	17.16	1.38	1.14	0.41	
168	14	44.36	46.38	-10.47	17.63	1.00	1.21	0.81	
169	14	44.66	48.39	-11.57	16.06	0.06	-0.40	0.81	#
170	14	44.81	46.42	-10.70	17.34	1.37	1.89	0.78	
171	14	44.82	50.23	-11.43	16.28	0.91	1.70	0.89	
172	14	44.83	49.22	-10.59	17.48	0.47	0.97	0.79	#
173	14	44.84	48.92	-10.85	17.13	0.80	1.24	0.73	
174	14	44.84	50.00	-10.85	17.13	1.23	1.75	0.77	
175	14	44.88	46.77	-10.79	17.22	-0.02	0.24	0.53	
176	14	44.89	46.50	-11.39	16.34	0.57	0.59	0.79	
177	14	44.92	46.46	-11.51	16.15	1.33	1.76	0.91	
178	14	45.05	46.42	-10.48	17.62	0.32	0.50	0.84	
179	14	45.34	50.33	-11.39	16.34	0.64	1.33	0.54	#
180	14	45.36	50.77	-10.62	17.44	0.32	0.86	0.65	
181	14	45.47	50.40	-10.98	16.95	1.16	1.18	0.73	
182	14	45.64	49.11	-12.44	14.53	0.07	0.94	0.67	
183	14	45.67	45.95	-11.00	16.92	1.32	1.87	0.63	
184	14	45.72	46.21	-10.80	17.20	0.54	5.65	0.96	
185	14	45.86	46.35	-11.01	16.91	1.26	1.67	0.65	
186	14	45.90	46.59	-10.37	17.75	1.56	1.60	0.65	
187	14	45.90	47.86	-10.34	17.79	1.27	1.49	0.81	
188	14	45.99	46.48	-11.14	16.72	0.74	0.55	0.72	
189	14	46.08	48.02	-11.33	16.44	1.01	1.58	0.91	

190	14	46.12	46.72	-10.95	16.99	1.06	1.60	0.82	
191	14	46.36	48.00	-11.01	16.91	0.51	0.76	0.28	#
192	14	46.38	49.51	-10.19	17.97	0.86	1.25	0.89	
193	14	46.39	48.30	-12.70	14.02	0.66	1.64	0.68	#
194	14	46.73	48.79	-11.18	16.66	0.45	1.02	0.72	#
195	14	46.83	47.05	-10.62	17.44	0.70	0.49	0.88	
196	14	47.03	50.09	-11.33	16.44	0.20	0.54	0.38	#
197	14	47.19	50.36	-10.97	16.97	0.44	0.23	0.81	
198	14	47.52	46.56	-10.44	17.67	0.34	0.46	0.61	
199	14	47.60	47.62	-11.17	16.68	0.69	1.44	0.46	#
200	14	47.62	47.56	-10.61	17.45	1.09	1.51	0.91	
201	14	47.83	47.58	-13.48	12.36	0.62	1.92	0.62	
202	14	47.83	50.03	-11.09	16.79	0.33	0.76	0.48	
203	14	47.85	47.85	-10.85	17.13	0.45	0.50	0.70	
204	14	47.99	47.46	-10.63	17.43	0.52	0.74	0.70	
205	14	48.09	49.90	-10.48	17.62	1.22	1.63	0.85	
206	14	48.12	46.62	-10.83	17.16	0.75	1.14	0.78	
207	14	48.12	49.13	-10.53	17.56	0.18	-0.03	0.17	
208	14	48.17	47.64	-10.74	17.28	0.42	0.46	0.92	#
209	14	48.31	46.79	-11.60	16.01	0.35	1.10	0.43	
210	14	48.41	47.52	-11.46	16.23	0.14	0.54	0.68	
211	14	48.51	48.65	-10.27	17.87	1.35	1.75	0.90	
212	14	48.87	49.50	-11.47	16.22	0.92	1.33	0.54	
213	14	48.92	47.66	-10.46	17.64	0.74	0.97	0.84	
214	14	49.00	49.30	-10.48	17.62	0.43	0.81	0.77	
215	14	49.00	49.08	-11.59	16.03	-0.04	0.09	0.78	#
216	14	49.04	47.82	-10.45	17.66	0.68	0.75	0.80	
217	14	49.06	49.22	-11.32	16.45	0.67	1.45	0.32	
218	14	49.17	47.51	-11.02	16.90	0.99	1.26	0.53	
219	14	49.29	48.91	-10.50	17.59	0.95	1.50	0.83	
220	14	49.32	49.11	-10.49	17.61	1.15	1.80	0.72	
221	14	49.39	49.46	-11.35	16.41	1.38	1.91	0.65	
222	14	49.41	49.73	-11.34	16.42	0.11	0.70	0.75	
223	14	49.50	46.91	-10.84	17.15	1.19	1.70	0.80	
224	14	49.58	46.89	-10.92	17.04	1.05	-0.81	0.52	
225	14	49.67	50.04	-10.33	17.80	0.51	0.54	0.37	
226	14	49.76	49.39	-10.78	17.23	1.11	1.70	0.81	
227	14	49.81	50.17	-10.63	17.43	0.98	1.37	0.82	
228	14	49.82	49.19	-10.57	17.51	1.01	1.51	0.66	
229	14	49.96	50.73	-10.67	17.38	0.60	1.07	0.81	
230	14	50.02	48.07	-12.21	14.96	0.45		0.30	
231	14	50.10	47.12	-11.41	16.31	0.41	0.73	0.89	#
232	14	50.17	46.95	-10.70	17.34	1.47	1.82	0.92	
233	14	50.18	48.50	-10.35	17.78	1.04	1.71	0.94	
234	14	50.18	47.76	-10.55	17.53	0.64	-0.07	0.80	
235	14	50.19	48.64	-11.09	16.79	0.51	0.90	0.80	
236	14	50.23	46.95	-10.89	17.08	0.86	1.42	0.47	
237	14	50.24	46.96	-10.85	17.13	1.32	1.75	0.82	

238	14	50.27	49.73	-10.43	17.68	0.78	1.03	0.88	
239	14	50.31	47.28	-10.83	17.16	1.31	1.85	0.64	
240	14	50.33	49.87	-10.58	17.49	1.18	1.84	0.90	
241	14	50.50	47.21	-10.53	17.56	1.19	1.57	0.83	
242	14	50.54	46.97	-10.47	17.63	1.24	1.74	0.91	
243	14	50.65	49.37	-10.63	17.43	1.17	1.79	0.78	#
244	14	50.77	50.38	-11.05	16.85	0.61	0.75	0.84	
245	14	50.93	49.86	-11.09	16.79	0.56	0.99	0.86	
246	14	51.19	46.80	-11.20	16.63	0.68	1.54	0.58	
247	14	51.50	48.77	-10.91	17.05	1.16	1.70	0.72	
248	14	51.52	46.83	-10.63	17.43	0.73	1.02	0.57	#
249	14	51.52	48.88	-10.66	17.39	1.01	1.41	0.74	
250	14	51.60	49.40	-10.77	17.24	0.93	1.51	0.16	
251	14	51.67	48.74	-11.32	16.45	0.35	0.52	0.96	
252	14	51.68	46.72	-10.55	17.53	0.79	1.13	0.89	#
253	14	51.73	49.31	-11.12	16.75	0.87	1.43	0.58	
254	14	51.87	48.90	-11.36	16.39	0.89	1.52	0.67	
255	14	52.00	49.51	-10.55	17.53	1.35	2.12	0.63	
256	14	52.11	47.19	-10.81	17.19	0.64	1.04	0.52	
257	14	52.38	49.58	-10.55	17.53	0.53	-0.41	0.84	
258	14	52.39	49.46	-10.48	17.62	0.90	1.01	0.63	
259	14	52.46	49.63	-12.05	15.24	0.69	1.79	0.57	
260	14	52.58	49.63	-11.74	15.78	1.56	1.76	0.80	
261	14	52.65	49.59	-11.42	16.30	0.61	1.12	0.75	
262	14	52.67	49.19	-10.84	17.15	0.27	0.74	0.66	
263	14	52.68	46.96	-10.43	17.68	0.95	1.24	0.88	
264	14	52.70	49.55	-10.65	17.40	1.11	1.57	0.75	
265	14	52.91	48.87	-10.83	17.16	0.50		0.69	
266	14	52.99	49.59	-11.54	16.11	0.62	1.15	0.27	
267	14	53.15	49.29	-10.47	17.63	1.05	1.11	0.71	
268	14	53.20	50.37	-10.67	17.38	0.62	1.17	0.65	
269	14	53.38	49.17	-10.92	17.04	0.91	1.67	0.67	
270	14	53.43	48.53	-12.27	14.85	-0.10	0.49	0.65	
271	14	53.57	50.70	-11.92	15.47	-0.01	0.84	0.71	
272	14	53.73	49.62	-10.55	17.53	1.22	1.74	0.74	
273	14	54.11	50.34	-10.91	17.05	1.23	1.79	0.86	