

宮城県における腸管出血性大腸菌感染症の発生要因と予防対策の検証

Verification of Incident Preventions against Outbreak Incidences of Enterohemorrhagic *E.coli* Infection in Miyagi Prefecture

田村 広子*¹ 佐々木美江 畠山 敬
川野 みち 谷津 壽郎 秋山 和夫*²

Hiroko TAMURA, Mie SASAKI, Takashi HATAKEYAMA
Michi KAWANO, Juro YATSU, Kazuo AKIYAMA

平成11-16年度に発生した腸管出血性大腸菌（EHEC）感染症は、気温および肉牛の飼養農家戸数・飼養頭数と高い正の相関関係にあった。さらに、降水量と負の相関関係にあるにもかかわらず、夏季の降雨後にも多数発生し、発生要因の一つになっていることが推察された。平成17年度は、これらの発生要因を踏まえ、多発地域を重点に対策を講じるとともに検証を行った。その結果、EHEC O157の発生は予測値の範囲であったが、EHEC O26はその約40%に止まったことが判明した。これは対策が効を奏したものと考えられる。

キーワード：腸管出血性大腸菌感染症；気温；肉用牛；降雨量

Keywords : enterohemorrhagic *E.coli* infection ; temperature; cattle ; rain fall

1 はじめに

腸管出血性大腸菌感染症は、1996年に西日本で発生した集団事例を皮切りに、大規模食中毒の全国的な発生がみられた。その後も夏場を中心に全国で発生しており、毎年約3,500事例前後にのぼる。原因が特定された事例の中には、輸入牛肉による広域な散発事例¹⁾や焼肉店が原因の事例²⁾も多く見受けられる。また、牛はEHECを常在菌として保有していることから、牛糞や牛舎付近では多種類のEHECが検出され³⁾、汚染・感染源の一つであると考えられ、宮城県における牛の保菌率や三類感染症との関連も指摘されている^{4) 5)}。

平成16年度の宮城県（仙台市を除く）におけるEHECの感染事例数および感染者数はともに突出し、EHEC感染症事例と初発患者の発症日の気温および肉用牛の飼養戸数・飼養頭数が高い相関関係にあった^{9) 10)}。そこで、平成17年度は降水量との関連について追加検討するとともに、多発地域を重点に対策を講じ、その検証を行ったので報告する。

2 材料および方法

平成11-17年度に当センターで検査を行ったEHEC感染症213事例を検討対象とした。気温は、気象庁電子閲覧室の1日の平均気温を用いた。気温観測地点は駒の湯、

気仙沼、川渡、築館、米山、志津川、古川、大衡、鹿島台、石巻、新川、塩釜、江ノ島、仙台、川崎、白石、亘理、丸森の18地点である。発症日が明確な初発患者205事例について患者居住地に最も近い定点のデータの発症日の気温とし、1℃間隔で事例数をまとめた。また、降水量については同定点の発症日前10日間を合計して用いた。

牛の飼養実態は、平成16年2月「主要家畜の市町村別飼養戸数・飼養頭羽数」（宮城県畜産課）による。

なお、市・郡の区分は平成17年度3月31日現在を用いた。

検出された菌株は、血清型別とパルスフィールドゲル電気泳動（PFGE）による遺伝子型別について、国立感染症研究所で実施されている解析結果¹¹⁾と比較検討した。

3 対策

- (1) 5月の連休明けおよび発生時の県民への啓発：ホームページ、新聞、テレビを媒体として健康対策課主導で実施
- (2) 5月の連休前および発生時の多発地域に対する啓発：広報、チラシにより保健所で実施
- (3) 出前講座による感染予防知識の伝達：保健所、保健環境センター
- (4) 多発地域の環境（河川等）の細菌学的監視：保健環境センター

* 1 現 宮城県立循環器・呼吸器病センター

* 2 現 財宮城県公衆衛生協会

4 結果

4.1 EHEC感染症事例数

平成11～17年度のEHEC感染症事例数と感染者数の年度別推移を図1に示した。事例数および感染者数は11年度41事例53人、12年度32事例53人、13年度29事例45人、14年度21事例62人、15年度15事例26人、16年度55事例159人、17年度20事例45人で、11年度以降減少傾向にあったが、16年度は突出した。11～16年度の血清型別事例数を平均値±標準偏差値でみると、EHECO157（以下O157）は13±6.0事例、EHECO26（以下O26）は17±9.4事例、その他は2±1.5事例であった。17年度はO157の13事例が予測値の範囲で、O26の7事例およびその他の0事例は予測値の範囲を大きく下回った。11～16年度の県内地域別事例数（平均値±標準偏差値）は表に示していないが、登米地域10±5.3事例、仙南地域6±2.5事例、栗原地域5±3.6事例、塩釜地域5±3.4事例、大崎地域4±1.4事例、石巻地域および気仙沼地域各1±1.1事例であった。17年度最も多かったのは仙南地域7事例で、ついで大崎地域5事例、登米地域、塩釜地域各3事例、栗原地域2事例、石巻地域、気仙沼地域各1事例で、玉造郡・牡鹿郡での発生はなかった。登米地域は発生予測値を大きく下回ったが、ほかの地域は予測値の範囲内であった。

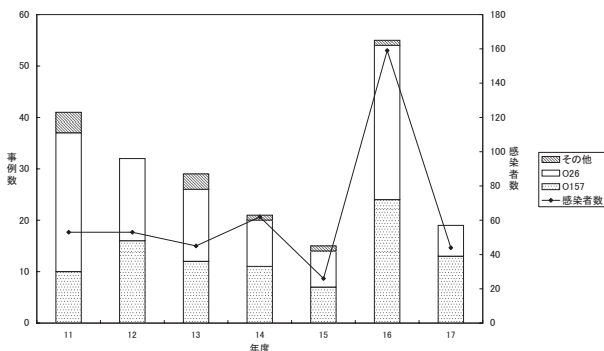


図1 EHEC感染症事例数と感染者数の年度別推移

4.2 気温とEHEC感染症事例数

気温とEHEC感染症発生との相関性を求めるため、11～16年度のEHEC感染症事例数総計を発症日気温（1℃間隔）ごとに分け図2に示した。その結果、気温と発生事例数には正の相関が認められた（ $Y=0.5275X-0.5601$, $R=0.7872$, $p<0.001$, 図2）。この算出された式に平成17年度の気温を入力した結果、0～5.0℃で0.6事例、5.1～10.0℃で2.8事例、10.1～15℃で5.0事例、15.1～20.0℃で7.2事例、20.1～25.0℃で9.4事例、25.0℃以上で11.6事例の発生が予測された。実際は、0～5.0℃で0事例、5.1～10.0℃で2事例、10.1～15℃で2事例、15.1～20.0℃で1事例、20.1～25.0℃で9事例、25.0℃以上で3事例の発生で、各階級で0.4～8.6事例下回った。同様の解析をO157について行った結果、 $Y=0.1931X+0.3201$, $R=0.6720$ ($p<0.001$) (図3) となった。これ

に平成17年度の気温を入力した結果、各階級で0.7～1.5～2.3～3.1～3.9～4.7事例と予測された。実際は2～1～1～0～6～2で0～5.0℃と20.1～25.0℃で予測値をそれぞれ1.3事例2.1事例上回った。ほかの階級は0.5～3.1事例下回った。いっぽう、O26では $Y=0.3039X-0.5306$, $R=0.7233$ ($p<0.001$) (図4) が得られ、平成17年度の気温を入力した結果、各階級で0.2～1.5～3.1～4.5～5.3～6.5と予測されたが、実際は1～1～0～1～2～2と高温で予測値を大きく下回った。

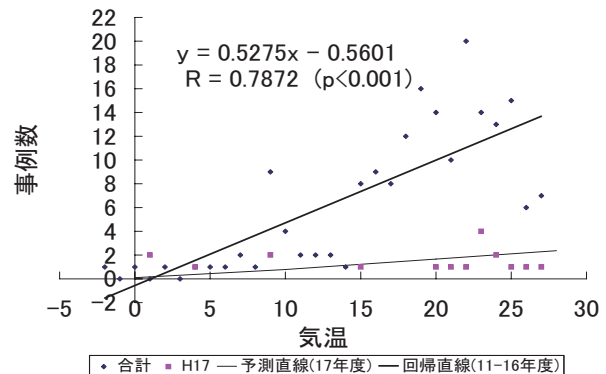


図2 発症日気温とEHEC感染症事例数

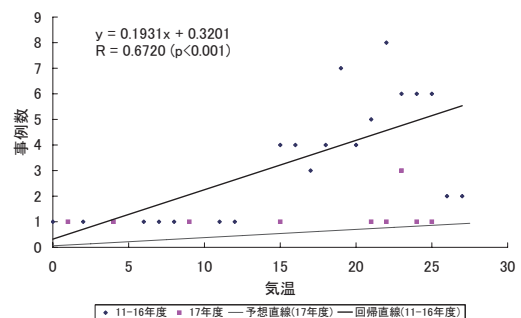


図3 発症日気温とO157感染症事例数

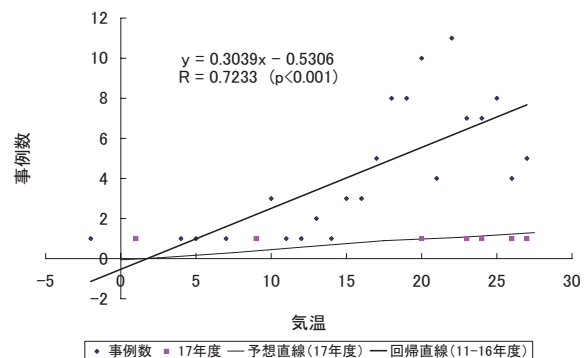


図4 発症日気温とO26感染症事例数

4.3 肉用牛の飼養実態とEHEC感染症事例数

11-16年度の市町村別の肉用牛飼養農家戸数とEHEC感染症事例数には、正の相関関係 $Y=0.020X+0.719$, $R=0.5378$ ($p<0.001$) が認められた(図5)。この式に平成17年度のEHEC感染症が発生した市町村ごとの肉用牛飼養戸数を入力し算出した結果、1-100戸で15事例、101-200戸で10事例、201-300戸で24事例、401-500戸で9事例の発生が予測された。実際は、1-100戸で11事例、101-200戸で3事例、201-300戸で4事例、401-500戸で1事例発生した。各階級で予測値を大きく下回り、階級が上がるほど大きく乖離した。

次に肉用牛飼養頭数との相関を求めた結果、正の相関関係 $Y=0.0016X+0.4835$, $R=0.6358$ ($p<0.001$) が認められた(図6)。この式に平成17年度のEHEC感染症が発生した市町村ごとの肉用牛飼養頭数を入力し算出したところ、1-1000頭で15.6事例、1001-2000頭で5.1事例、2001-3000頭で9.2事例、3001-4000頭で18.3事例、4001-5000頭で8.1事例および5001-6000頭で9.3事例の発生が予測された。実際は、それぞれ10-2-2-3-1-1事例が発生したが、各階級で予測値を大きく下回り、階級が上がるほど大きく乖離した(表1)。

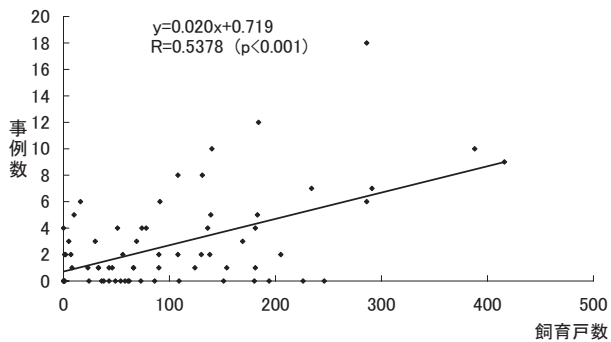


図5 11-16年度の市町村別肉用牛の飼養戸数とEHEC感染症事例数

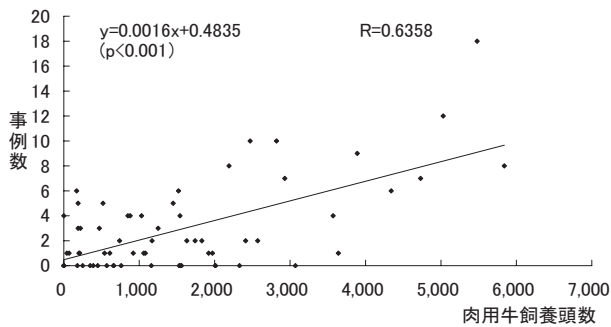


図6 11-16年度の市町村別肉用牛の飼養頭数とEHEC感染症事例数

表1 肉用牛の飼養実態とEHEC感染症発生予測値

戸数	予測値	実数	頭数	予測値	実数
1-100	15 事例	11 事例	1-1,000	15.6 事例	10 事例
101-200	10	3	1,001-2,000	5.1	2
201-300	24	4	2,001-3,000	9.2	2
301-400	0	0	3,001-4,000	18.3	3
401-500	9	1	4,001-5,000	8.1	1
			5,001-6,000	9.3	1

4.4 降雨とEHEC感染症事例数

EHEC感染症発生と降水量との相関を求めるため、11-17年度のEHEC感染症事例数を降水量(10mm間隔)ごとに分け図7に示した。その結果、降水量と事例数には負の相関が認められた(図7a $Y=-0.0529X+7.5762$ $R=-0.4548$ $p<0.01$)。次にO157とO26それぞれについて解析した。O157事例数と降水量(図7b $Y=-0.0233X+3.3483$ $R=-0.45185$ $p<0.01$)、O26事例数と降水量(図7c $Y=-0.0296X+4.2279$ $R=-0.3954$ $p<0.01$)とともに負の相関を示し、降水量の少ないときに発生が集中していた。しかし、16年度については降水量が100mm以上で5事例発生した(図8)。

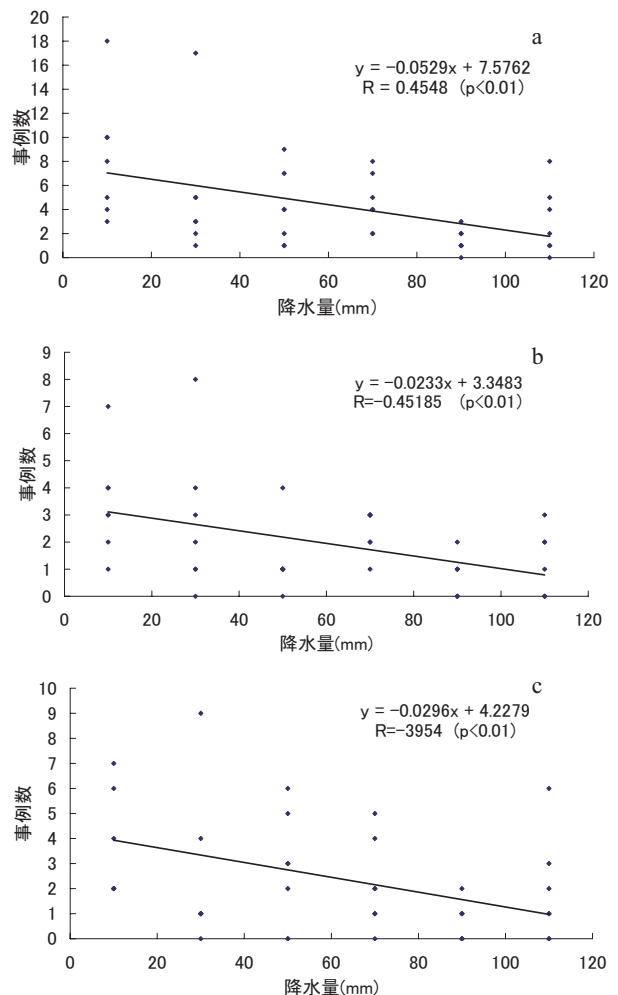


図7 降水量とEHEC感染症事例数

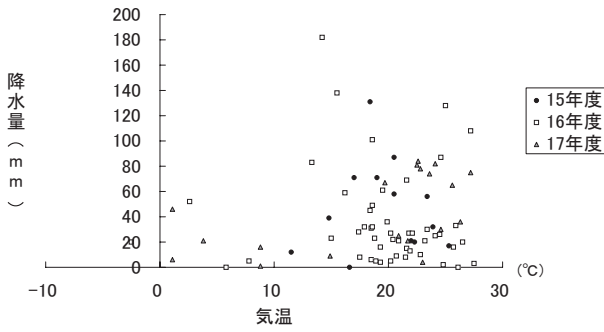


図8 事例ごとの気温と降水量

4.5 菌株の遺伝子パターン

17年度に検出されたEHEC菌株についてPFGE解析を行った結果、O157の13株中4株が他の県市で分離した菌株とPFGEパターンが一致し、このうちの1株は平成11年度から県内で度々検出される株と類似していた。また、他の2株は年度内の異なる事例で検出された株と一致した。一方、O26の7株はPFGEにより遺伝子パターンがすべて異なり、他の県市のものとも違っていた(表2)。

表2 PFGEによる遺伝子パターン

年度	O157:H7 VT1,2			O157:H7 VT2		
	Aタイプ	Bタイプ	その他	Cタイプ	Dタイプ	その他
11		①-1	1 1	①-3	②	
12	2	②	3 1 1 c1	①		c3
13	②	①	1	②		c1
14	①	②		①		5 2 1 1
15	②	①	3 3 1 1	②		c1 1 1 1 1 4 1
16	①	①	3 3 1 1	①		c4
17		①* 4	4 2 3 1 1			1* 1 1 1*

注1) *: 17年度他県市で検出された株と同一
 注2) O157:H7 VT1,2: Aタイプ、Bタイプおよびその他に分類した。Aタイプは167.1-310.1kb間に6本、Bタイプは5本のバンドが特徴的であるが、他のバンドは一致した。AおよびBタイプ以外はその他とした。表中の数字は菌株数で、○数字はAおよびBタイプの基本型とし、○のない数字はサブタイプで167.1-310.1kb以外のバンドの相違を認めた。また、2以上の数字は同一事例の家族や保育園から検出された菌株数を表し、cは牛(cattle)由来株、ハイフンは同一事例での家族内および保育園内から検出された菌株の比較で1-2本のバンドが異なるサブタイプを表した。破線矢印はPFGEの同一パターンを示し、矢印のない破線は1-2本増減する類似パターンを意味する。
 注3) O157:H7 VT2: C、Dタイプおよびその他に分類した。Cタイプは310.1-668.9kb間に5本、Dタイプは同 3本のバンドが特徴的に確認され、CおよびDタイプ以外をその他とした。

年度	O157:H7 VT1	O157:HNM VT1,2	O157:HNM VT2
11	1		
12		2	2
13	c1		c1
14			
15		c1	
		②	
16		③	
17		1* 1 3	

注1) *: 17年度に他県市で検出された菌株と同一
 注2) 破線矢印: PFGEの同一パターンを示す。
 注3) c: 牛由来株

年度	O26:H11 VT1												O26:HNM VT1		O26:H11VT1,2		
	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	
11	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①
12	④	③	①	①	①	③	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①
13	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①
14	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①
15	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①
16	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①
17	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①

注1) 2以上の数字: 同一事例の家族内や保育園から検出された菌株数を表す。ハイフンは同一事例での家族内および保育園から検出された菌株の比較で1-2本のバンドの異なるサブタイプを表した。
 注2) c: 牛(cattle)由来株を表す。
 注3) 破線矢印: PFGEの同一パターンを示し、矢印のない破線は1-2本増減する類似パターンを意味する。

5 考察

県内でのEHEC感染症は、平成16年度に突出した発生が認められたことから、感染症発生防止対策の立案が求められた。はじめに感染症の発生要因を究明するために11~16年度に発生したそれぞれの事例を様々な要因との統計学的な解析を行った。その結果、発生には気温の上昇が大きく関係することが統計学的にも証明できた^{9,10)}。さらに、今回それぞれの結果から、17年度の発生予測値を求め、実際の発生件数との比較をそれぞれの要素について検討し、さらなる発生要因の究明を行った。

17年度の主な発生事例も気温と相関して発生していた。しかし、気温が10℃以下での発生が5事例認められたことから、気温以外の発生要因があるものと考えられ、それらが発生した前後の気象状況を気象庁のホームページから調べ降水量に着目した。そこで、EHEC感染症発生件数と降水量との相関性を求めると負の相関が認められ、降水量が少ないとき発生件数が多くなる傾向を示した。これは、O157およびO26発生事例別に解析しても同様な結果であった。すなわち、EHEC感染症の発生は気温が高く降水量の少ない時に集中して発生することが予測された。しかし、16年度には降水量が100mm以上での発生が5事例あり予測と矛盾する結果で、更なる発生要因があることが示唆された。

宮城県と仙台市、また16年度と17年度の気象には大差がないにも拘わらず、16年度の宮城県にEHEC感染症が多発した要因の一つと考えられる肉用牛飼養実態が重要な役割を果たしていたものと考えられる^{4,5,8,9)}。しかし、平成17年度は肉用牛の飼養頭数および飼養戸数ともに予測値を下回り、とくに飼養頭数が多い農家を抱える市町村でその乖離が大きかった。このことは平成16年11月から家畜排せつ物法が施行され、肉用牛の排せつ物の管理が強化されており、充実した監視態勢が影響したとも考えられる。

最後に、分離された菌株のPFGE解析から考察を行った。17年度のO157の発生は予測値の範囲であったが、発生事例から分離した菌株のうちの4株はPFGE解析の結果、全国各地で検出された菌株^{11,12)}と由来が同じと考えられた。広域で発生するO157の原因として、流通食

品が指摘されていることから、本県にもO157に汚染した食品が流通していた可能性が示唆された。一方、O26は他県分離株^{11,12)}と一致する菌株あるいは年度を越えて一致する菌株は確認されていないことから、O26の発生は単発で局所的な発生傾向にあると考えられた。しかも、17年度の発生は過去のデータを基に立てた発生予測値を大きく下回り、16年度の1/3で、過去6年間と比較しても冷夏であった15年度について少なく、とくに登米地区での減少が顕著であった。これは、17年度のEHEC感染症多発時季前から実施した感染症予防の啓発活動が功を奏した結果と思われる。

6 まとめ

- (1) 平成11-17年度のEHEC感染症事例数と降水量との間に負の相関が認められたが、平成16年度は高温多雨で5事例が発生した。
- (2) 平成11-16年度のEHEC感染症事例数と気温、肉用牛飼養実態との間に正の相関が認められたことを踏まえた対策を講じた結果、平成17年度のO157の発生は予測値の範囲の13事例であったが、O26はその約40%の7事例に止まった。

参考文献

- 1) 川本薫, 河辺充美, 笹本史, 轟いずみ, 高岸哲文, 小山田喬, 戸田秀一, 水谷純男, 平井茂: 食品衛生研究, 52, 73 (2002)
- 2) 丸住美都里, 新屋拓郎, 松岡由美子, 藤井幸三, 植川厚子, 中村 勉: 病原微生物検出情報, 26, 149 (2005)
- 3) Beutin L, Geier D, Steinruck H, Zimmermann S, Scheutz F: J Clin Microbiol., 31, 2483 (1993)
- 4) 畠山敬, 神尾好是: 宮城県獣医師会会報, 57, 138 (2004)
- 5) 山口友美, 田村広子, 佐々木美江, 畠山敬, 御代田恭子, 秋山和夫: 宮城県保健環境センター年報, 22, 42 (2004)
- 6) 病原体発生動向調査 週報, 7, 15 (2005)
- 7) 坂口浩章, 京塚明美, 児玉実, 佐伯幸三, 山岡弘二: 日本獣医師会雑誌, 56, 745 (2003)
- 8) 中澤宗生, 鮫島俊哉: 感染症学雑誌, 76, 76 (2002)
- 9) 田村広子, 三品道子, 菅原直子, 佐藤由美, 畠山敬, 谷津壽郎, 秋山和夫: 宮城県保健環境センター年報, 23, 47 (2005)
- 10) 谷津壽郎, 田村広子, 三品道子, 佐藤由美, 畠山敬, 秋山和夫: 宮城県獣医師会会報, 59, 20-23 (2006)
- 11) 寺嶋 淳, 泉谷秀昌, 伊豫田 淳, 三戸部治郎, 渡辺治雄: 病原微生物検出情報, 27, 144 (2006)
- 12) 寺嶋 淳: 食品由来感染症の細菌学的疫学指標のデータベース化に関する研究, 国立感染症研究所, 1-24 (2006)