

V. 暴露評価

1. 汚染状況

(1) HEV

①国内の農場飼育時におけるブタのHEV汚染状況

日本のブタにおける HEV 感染状況を明らかにする目的で、2000 年～2002 年に北海道から沖縄まで、1 道 20 県の 117 農場において、1～6 か月齢のブタ、計 3,925 頭から血液検体が採取され、HEV の汚染実態調査が実施された。この調査の結果、全体の 93%にあたる 109 農場で、抗 HEV IgG 抗体陽性のブタが確認され、ブタの HEV 汚染は全国規模で広がっていることが明らかとなった。採取された血清を用いて調べられた抗 HEV IgG 抗体の検査結果を表 16 に、HEV 遺伝子の検査結果を表 17 に示した。血清中の抗 HEV IgG 抗体の検出率は、月齢とともに上昇し、出荷時期となる 5 か月齢及び 6 か月齢では 80%以上であった（表 16）。血清中の HEV 遺伝子は、1 及び 6 か月齢では陰性であったが、3 か月齢のブタでは検出率が 14%と最も多かった（表 17）。血清中の抗 HEV IgG 抗体の検査結果は、母ブタからの移行抗体が消失する 1～2 か月齢のブタに HEV が感染し、2～4 か月齢で末梢血中に HEV が現れるが、抗体を獲得して 6 か月齢までに末梢血中の HEV は排除されることを示している。（参照 12, 92, 93）

表 16 ブタのHEV感染の有無に関する検査結果（抗体検査）

ブタの月齢	1 か月 齢	2 か月 齢	3 か月 齢	4 か月 齢	5 か月 齢	6 か月 齢
サンプル数	218	698	1,060	680	883	386
抗体保有数	21	71	509	583	732	326
抗体保有率	10 %	10 %	48 %	86 %	83%	84%

（参照 12）より引用、作成

表 17 ブタのHEV保有の有無に関する検査結果（遺伝子検査）

ブタの月齢	1 か月 齢	2 か月 齢	3 か月 齢	4 か月 齢	5 か月 齢	6 か月 齢
サンプル数	218	378	1,060	360	383	386
遺伝子検出数	0	11	145	34	2	0
遺伝子検出率	0 %	3 %	14 %	9 %	1 %	0 %

（参照 12）より引用、作成

②国内の出荷時におけるブタのHEV汚染状況

熊本県内で 2006 年から 2012 年までにと畜されたブタの検体を用いて HEV 汚染実態調査が実施された。血清から抗 HEV IgG 抗体が検出されたのは、966 検体中 695 検体（71.9%）であったが、豚舎間で 0～100%と大きな差がみられた。HEV 遺伝子が検出されたのは、と畜検査で合格となった豚の肝臓 80 検体中 2 検体（2.5%）、廃棄肝臓 183 検体中 11 検体（6.0%）、血液 1,371 検体中 2 検体（0.1%）

であった。その結果を表 18 に示した。(参照 94)

表 18 国内のと畜場におけるブタの HEV 遺伝子検査の結果

	と畜検査で合格となった肝臓	廃棄肝臓	血液	合計
検査数	80	183	1,371	1,634
陽性数	2 (2.5%)	11 (6.0%)	2 (0.1%)	15 (0.9%)

(参照 94)より引用、作成

2005 年 9 月～11 月に新潟県の 18 農場からと畜場に搬入された計 57 頭の肉豚及び 6 農場の繁殖豚 8 頭の胆汁、肝臓及び血液を検体として、ELISA キットにより、HEV の汚染状況が調べられた。血中抗 HEV IgG 抗体が陽性となったのは 12 農場から搬入された肉豚 17 頭 (30%) 及び 3 農場の繁殖豚 3 頭 (38%) であった。胆汁から HEV 遺伝子が検出されたのは肉豚 1 頭であった。なお、出荷肉豚 3 頭から HEV が検出された 1 農場で生育段階の感染状況が調べられた結果、4 か月齢、5 か月齢及び 6 か月齢で、それぞれ 4/5、1/5 及び 1/5 頭の糞便から HEV 遺伝子が検出された。(参照 95)

出荷齢ブタ (約 200 日齢) における HEV RNA の体内分布を検査した結果として、肝臓では 4/20 頭、胆汁では 3/20 頭、回腸組織では 1/20 頭、結腸組織では 3/20 頭の豚が HEV RNA 陽性であったと報告されている。(参照 96)

2006 年～2012 年に熊本県内でと畜されたイノシシ及びシカの HEV 汚染実態調査が実施された。イノシシ 173 頭及びシカ 63 頭の筋肉、肝臓及び血液を用いて検査した結果、イノシシ 13 頭 (7.5%) から HEV 遺伝子が検出されたが、シカからは検出されなかった。(参照 94)

③国内の豚の食肉の HEV 汚染状況

国内で市販されている豚の肝臓における HEV の検出状況については、2002 年 12 月から 2003 年 2 月まで北海道内で市販されている豚の肝臓 363 検体を調査した結果、7 検体 (1.9%) から、HEV 遺伝子が検出された。(参照 2)

④海外のブタ及び食肉製品の HEV 汚染状況

2010 年に実施されたチェコ、イタリア及びスペインの調査では、と畜場で採取した健康なブタ 113 頭の糞便 (113 検体)、肝臓 (112 検体) 及び筋肉(舌筋: 112 検体)の計 337 検体を用いて、定量的 PCR 法による HEV 検査を行ったところ、表 19 にまとめたように、糞便からは 3～41%、肝臓からは 3～6%、筋肉からは 0～6%で HEV が検出されたと報告している。また、加工施設又は販売店で採取したソーセージ 313 検体のうち HEV が検出されたのはスペインの検体のみであった (陽性率 6%)。各種検体から検出された HEV は遺伝子型が全て G3 であった。また、陽性率に開きはあるが、調査した国の豚肉生産チェーンの全段階 (と畜場、加工施設、販売店) の検体から HEV RNA が検出された。定量的に解析したところ、HEV は

豚肉生産チェーン全般にわたって存在し、豚肉の加工工程によって内因性ウイルスが大幅に減少することはないことがわかった。したがって消費者は、供給源や原産国、さらに加工時におけるブタの糞便汚染とは無関係に、最高 6.0%の割合で HEV ゲノムを含む豚肉製品を購入する可能性がある」と結論付けている。(参照 97)

表 19 チェコ、イタリア及びスペインにおけるブタの HEV 陽性率について

国	糞便 陽性検体数/調査 検体数 (%)	肝臓 陽性検体数/調査 検体数 (%)	筋肉 陽性検体数/調査 検体数 (%)	ソーセージ (加工/小売時点) 陽性検体数/調査検 体数 (%)
チェコ	1/40 (3%)	2/40 (5%)	1/40 (3%)	0/92 (0%)
イタリア	14/34 (41%)	2/33 (6%)	2/33 (6%)	0/128 (0%)
スペイン	15/39 (38%)	1/39 (3%)	0/39 (0%)	6/93 (6%)
計	30/113 (27%)	5/112 (4%)	3/112 (3%)	6/313 (2%)

(参照 97)より引用、作成

⑤海外の豚の食肉の HEV 汚染状況

海外で市販されている豚の肝臓における HEV の検出状況は以下の表 20 のとおりである。

表 20 豚肝臓からの HEV 遺伝子の検出状況について

検体	検体数	陽性数	備考（検体について）	時期
肝臓	62	4 (6.5%)	オランダの食肉販売店・食料品等	2005 年 5 月～7 月
肝臓（冷凍）	127	14 (11.0%)	米国内の食料品店	2005 年 9 月～2006 年 3 月

(参照 2)より引用、作成

⑥ブタの体内における HEV の検出

HEV 感染ブタにおいて HEV が検出される組織等について、検討結果が報告されている。

日本国内の農場における HEV 自然感染ブタにおける HEV の動態をブタの出荷前 200 日齢まで経時的に観察した報告では、糞便中の HEV の排出期間は 30～110 日齢で、排出のピークは、40 日目の糞便中の $10^{6.0}$ コピーであった。120 日齢では糞便からの HEV RNA は検出されなかった。ウイルス血症は 40～100 日齢までみられ、ウイルス血症となってから 20 日後から、抗 IgA 抗体及び抗 IgG 抗体がみられるようになった。さらに、200 日齢であっても、3/13 頭の豚で肝臓、胆汁及びリンパ節（腸間膜リンパ節）で HEV RNA が検出されている(参照 98)。

HEV を静脈内投与により実験的に 2 頭のブタ（7 及び 10 週齢）に接種した報告では、HEV 接種後 7 日目に、2 頭中 1 頭のブタから血清中に一時的に HEV RNA が検出され、接種後 7～11 日目にウイルス血症が観察されたが、別の 1 頭のブタの

血清からは検出されなかった。接種後 18 日目に組織を採取して HEV の組織内分布について検討した結果では、肝臓、小腸及び大腸から HEV RNA が検出され、比較対照である HEV に自然感染した 14 週齢の 1 頭のブタにおいても、HEV RNA は、肝臓、小腸及び大腸に幅広く分布していたと報告されている。HEV 感染の経過において、消化管の全ての部位に HEV が分布するのかどうかについて、2 頭中 1 頭のブタでは、結腸に HEV RNA が検出されたが、回腸及び盲腸には検出されず、別の 1 頭のブタでは、回腸及び盲腸に HEV RNA が検出されたが、結腸には検出されなかった。一方で、HEV に自然感染した 1 頭のブタでは、全ての腸の組織及び腸内容物に HEV RNA が検出された。これらの 3 頭のブタのいずれか又は全頭から HEV は肝臓、胆嚢、十二指腸、回腸、盲腸、結腸、直腸及び腸内容物において検出されたが、脾臓、筋肉、腎臓及び心臓ではいずれのブタからも HEV RNA を検出できなかったとされている。(参照 99)

生後 3~30 日齢のブタ 10 頭に HEV を静脈内投与し、1 週目から 7 週目まで主要臓器等を採取し、HEV RNA を定量したところ、HEV RNA は、肝臓、心臓、肺、腎臓、脾臓、膵臓、胆嚢、扁桃、腸のリンパ節、胃、十二指腸、空腸、回腸、結腸、血清、筋肉等で検出されたとの報告がある。この報告の中では、HEV RNA は肝臓及び胆汁で最も多く検出されている。血清及び筋肉からも投与後 2 週目から HEV RNA が検出されたが、それらの RNA 量は肝臓と比較した場合に数十~数千分の一程度と少なかったと報告されている。(参照 100)

国外では、実験的に HEV に接触感染又は HEV を静脈内投与することにより感染させたブタでは、肝臓、リンパ節、脾臓、腸（回腸、空腸及び大腸）等の組織から HEV RNA が検出されたという報告がある。また、筋肉の検体からも、39 検体中 20 検体で HEV RNA が検出されたとしている。なお、報告文献のディスカッションにおいて、筋肉等の臓器由来の検体中に HEV RNA が検出されたことについて、これらの組織中に元々 HEV RNA が存在していたのか、血液由来等の交差汚染によるものであったのかどうかについてはわからないと考察されている(参照 101)。

⑦豚の食肉における HEV 量

HEV に感染した豚の食肉中の HEV 量については十分な知見がない。文献中に記載のあった HEV RNA 又は感染力価については以下のとおりである。

a. 実験的に HEV に感染させた豚の肝臓

実験的に HEV を感染させた豚肝臓を用いて、不活化条件を検討した研究において、材料である豚の肝臓中に含まれたウイルス量は、定量的 RT-PCR の解析結果より、 10^8 HEV RNA (相当) /g とされた。(参照 102)

b. 実験的に HEV に感染させた又は HEV 自然感染の豚の肝臓

10^5 HEV RNA の HEV を静脈内投与した豚(投与開始時 7 及び 10 週齢の 2 頭)の接種 18 日後の肝臓では、定量的 RT-PCR の解析結果より、 $10^{4.3}$ コピー又は $10^{5.4}$

コピー／g の HEV RNA が存在していたとされている。また、HEV 自然感染の豚（14 週齢）肝臓には、 $10^{6.49}$ コピー／g の HEV RNA が存在していたとされている。（参照 99）

c. 野生の猪の肝臓

HEV（wbGER27）を含有した野生の猪の肝臓を用いて、PBS を用いて肝臓懸濁液を作製した研究において、肝臓懸濁液中のウイルス量は、定量的 RT-PCR による解析結果によると、 5×10^8 HEV RNA/ ml であった。（参照 103）

（２）細菌（サルモネラ属菌及びカンピロバクター・ジェジュニ／コリ）

2008 年度～2013 年度に厚生労働省が実施した食品の食中毒菌汚染実態調査の結果は以下の表 21 のとおり報告されている。ミンチ肉（豚）については、大腸菌（*Escherichia coli*）、サルモネラ属菌及びカンピロバクター・ジェジュニ／コリの陽性率はそれぞれ 71.8%、2.8%及び 0.1%と報告されている。豚肉については、*E. coli*、サルモネラ属菌及びカンピロバクター・ジェジュニ／コリの陽性率はそれぞれ 14.0%、1.1%及び 0%と報告されている。なお、腸管出血性大腸菌（O157、O26 及び O111）は全て陰性であったと報告されている。

表 2 1 食品中の食中毒菌汚染実態調査結果（平成 20 年度～平成 25 年度）

	<i>E.coli</i>			サルモネラ属菌			カンピロバクター		
	検体数	陽性数	陽性率	検体数	陽性数	陽性率	検体数	陽性数	陽性率
ミンチ肉 （豚）	811	582	71.8%	915	26	2.8%	673	1	0.1%
豚肉	93	13	14.0%	93	1	1.1%	91	0	0%

	O157			O26			O111		
	検体数	陽性数	陽性率	検体数	陽性数	陽性率	検体数	陽性数	陽性率
ミンチ肉 （豚）	915	0	0%	915	0	0%	399	0	0%
豚肉	93	0	0%	93	0	0%	43	0	0%

2008 年度～2013 年度 食品の食中毒菌汚染実態調査（集計結果）（厚生労働省）より引用、作成

そのほか、市販の豚肉 183 検体中 103 検体（56.3%）から *E. coli* が検出されたが、腸管出血性大腸菌 O157 は全て陰性であったとされ、サルモネラ属菌は 4 検体（2.2%）から検出されたとする報告がある（参照 104）。また、国内の豚の肝臓 14 検体を検査した結果では、1 検体（7%）からサルモネラ属菌が検出され、カンピロバクター・ジェジュニ／コリは検出されず、豚の内臓肉 2 検体を検査した結果では、サルモネラ属

菌及びカンピロバクター・ジェジュニ／コリのいずれも検出されなかったとする報告がある(参照 105)。

海外の報告として、市販されている豚肉 1,440 検体を検査した結果、25 検体(1.9%)からサルモネラ属菌が、66 検体(5.0%)からカンピロバクター・ジェジュニ／コリが、それぞれ検出されたとする報告がある。また、豚の内臓等(肝臓、心臓、腎臓及び胃)131 検体を検査した結果、31 検体(23.7%)でサルモネラ属菌が、24 検体(18.3%)でカンピロバクター・ジェジュニ／コリが、それぞれ検出されたとする報告がある。(参照 106)

2013 年 1 月から 5 月までの間に、国内のと畜場に搬入された肉用豚 17 農場 50 頭を対象として豚の肝臓のサルモネラ属菌又はカンピロバクターによる内部汚染の実態調査が実施された。サルモネラ属菌についてはこのうちの 40 頭の豚より胆汁を採取して定性試験が行われ、カンピロバクター・ジェジュニ／コリについては 50 頭の豚より胆汁を採取して定性試験が行われた。調査した豚 50 頭のうち 5 頭については、胆汁に加え、無菌的に採取した肝臓の尾状葉、内側右葉、外側左葉についてもサルモネラ属菌及びカンピロバクター・ジェジュニ／コリの定性試験が行われた。その結果、胆汁については、いずれの検体からもサルモネラ属菌又はカンピロバクター・ジェジュニ／コリは分離されなかったが、肝臓組織については、5 頭中 2 頭の豚の尾状葉及び 1 頭の豚の内側右葉からカンピロバクター・コリが検出された。(参照 107)

また、国内で、2013 年 5 月から 9 月に、計 6 戸の農場から搬入され、と畜場で処理された肉用豚 293 頭、廃用繁殖豚 7 頭の胆嚢から無菌的に胆汁 20ml を採材、1 戸の農場の豚から肝臓実質 15 検体を採材し、肝臓の各葉を無菌的に採材し、カンピロバクターの検出試験が行われた。その結果、胆嚢内胆汁については、1 戸の農場からの肉用豚 73 検体中 9 検体(*C.jejuni* 7 検体、*C.coli* 1 検体、*C. fetus* 1 検体)からカンピロバクターが分離されたが、その他の肉用豚及び廃用繁殖豚の検体では陰性であった。肝臓実質については、検査した 15 検体中、胆汁でカンピロバクターが陽性であった豚の肝臓実質 1 検体からカンピロバクター・ジェジュニが検出されたため、胆汁を介した肝臓内部の汚染があることが示唆された。(参照 108)

(3) 寄生虫

①トキソプラズマ

1960 年代後半にトキソプラズマの感染経路が解明され、農場の衛生管理が徹底された結果、ブタのトキソプラズマ感染は激減しているとの報告がある(参照 21)。農場でのブタの抗体保有率について、栃木県で実施された農場のブタの抗体検査では、2006 年～2013 年までの抗体陽性率は 0～12.0%の水準であったとされている。また、北海道で実施されたと畜場における搬入ブタの抗体調査においては、抗体陽性率は繁殖豚で 7.0%、肥育豚で 0.6%、ブタ全体で 1.9%であり(参照 109)、2012～2013 年に岐阜県のと畜場に搬入されたブタの調査においても、豚の抗体陽性率は、5.2%と比較的低水準であったと報告されている(参照 110)。

なお、ブタのトキソプラズマ病は、家畜伝染病予防法により、届出伝染病に指定されており、また、と畜場法によりと畜検査の検査対象にもなっているので、疾病

が確認された場合は全部廃棄される。ブタの場合、生体検査時に異常を示さず、剖検時に発見された病変（リンパ節、肝臓、肺等）の検査でトキソプラズマ病と診断される感染（有病変不顕性感染）が大多数である。（参照 111）

ブタのと畜頭数は年間、全国で約 1,700 万頭であるが、その中でトキソプラズマ病は表 22 に示すように、と畜検査結果に基づく頭数は近年、年間 80 例前後で推移しており、主として沖縄県で検出されている。（参照 112）

表 2 2 家畜伝染病予防法及びと畜検査結果に基づくブタのトキソプラズマ病の報告頭数

年	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
家畜伝染病予防法に基づく報告頭数（年次報告）	46	19	46	51	70	53	142	79	62
と畜検査結果に基づく頭数（年度報告）	58	21	51	50	79	86	88	82	73

2004 年～2012 年分 監視伝染病発生年報（農林水産省）、食肉検査等情報還元調査（厚生労働省）

日本におけるトキソプラズマの食品汚染実態として、1959 年から 1981 年までの間は、豚肉の汚染についての報告が多く、トキソプラズマの分離率は 0 から 25.5%であったとされた（参照 21）。しかしながら、近年では豚肉のトキソプラズマ汚染に関する分離調査報告はない。

②旋毛虫（トリヒナ）

日本のブタについては、*T spiralis* は、今まで確認されていない。と畜場法に基づき、と畜検査において食肉に旋毛虫（トリヒナ）の感染が確認された場合には、獣肉は全部廃棄される。

③有鉤条虫

日本国内にはほとんどみられないが、輸入豚肉及び輸入症例には注意を要するとされている（参照 29）。

日本のと畜場法では、と畜検査において有鉤囊虫症であることが確認されたブタは全部廃棄される。豚肉内の有鉤囊虫の存在は、筋肉の薄切により肉眼的に確認可能であるが、多く見出される部位は胸筋、腹筋、肩筋、横隔膜筋等であるとされている（参照 24）。と畜場におけるブタの囊虫病の国内の報告頭数については、以下の表 23 に示すとおりである。2005 年に 1 頭及び 2007 年に 6 頭のブタが全部廃棄として報告されているが、後の調査により、2007 年の 6 頭については、有鉤囊虫が検出されたものではないとの報告もある（参照 112）。

表 2 3 と畜場におけるブタの囊虫病の報告頭数

年	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
と畜検査結果に基づく頭数 (年度報告)	* 禁 0, 全 0, 一 0	禁 0, 全 1, 一 8	禁 0, 全 0 一 3	禁 0, 全 6, 一 0	禁 0, 全 0, 一 4	禁 0, 全 0, 一 5	禁 0, 全 0, 一 1	禁 0, 全 0, 一 1	禁 0, 全 0, 一 0

2004 年～2012 年分 食肉検査等情報還元調査（厚生労働省）より引用、作成

*と殺禁止又は解体禁止（禁）、全部廃棄（全）、一部廃棄（一）した頭数を記載。

**ブタの囊虫病の報告は、有鉤囊虫感染のみではなく、細頸囊虫等も含まれる。

2. 失活条件（加熱条件）の検討（HEV）

（1）熱処理に係る知見

HEV は、加熱によって失活するが、加熱に対する HEV の抵抗性に係る知見は非常に限られている。HEV の加熱抵抗性に関し、入手可能な情報のうち、豚の肝臓を試料として実験を行った結果について表 24 に整理した。

一般的な調理方法による加熱の有効性が豚に静脈内接種する豚バイオアッセイにより調べられた。HEV（G3）が検出された市販の豚の肝臓 2 検体の一部を 10% 懸濁液とし、ウォーターバス中で 56℃ で 1 時間加熱、あるいは一面が 0.5～1 cm² のサイコロ状に切り出し、191℃ の油で 5 分間炒める（内部温度は少なくとも 71℃）又は沸騰水中で 5 分間加熱（内部温度は少なくとも 71℃）した。加熱したそれぞれの試料は、ホモジネート後、上清がブタの静脈内に 2 ml ずつ投与され、ブタは 8 週間観察された。その結果、56℃ で 1 時間の加熱では、ブタに感染が確認されたが、71℃ 5 分間の加熱では、ブタに感染は認められなかった。（参照 33）

HEV が検出された猪の肝臓懸濁液 100 µl を 1.5 ml の容器に分注し、ヒートブロック上で種々の条件で加熱した後に、ウイルス RNA 量を定量した。その結果、60℃ 90 分間の条件では、ウイルスは検出されなかった。56℃ 30 分間、60℃ 60 分間の条件では、それぞれウイルス RNA 量が、4.42 log、3.25 log 減少したが、70℃ 1 分間、75℃ 1 分間、80℃ 1 分間及び 85℃ 1 分間では、それぞれウイルス RNA 量は、0.48 log、0.72 log、2.47 log 及び 2.58 log の減少であった。90℃ 1 分間、95℃ 1 分間では、いずれもウイルス RNA 量は 3 log 以上減少した（参照 103）。

HEV 陽性の豚の肝臓を用いて製造したパテ様試料を、試料内部温度が 62～72℃ となる条件で 5～120 分間ウォーターバスにより加熱し、当該試料の上清を豚の静脈内に接種するブタバイオアッセイが実施された。HEV RNA の検出及び血清中の抗 HEV 抗体値を測定し、感染の有無が確認された。その結果、HEV の失活には 71℃ 20 分間の加熱が必要であることが示された。その他、62℃ 120 分間、68℃ 20 分間、71℃ 5 分間等の加熱処理では、HEV は豚への感染性を有していたとされている（参照 102）。しかしながら、パテ様試料は脂肪を 48% 含む高脂肪試料であり、英国食品基準庁（FSA）では本研究について、脂肪が多いため加熱に対して HEV が抵抗性を示した可能性があるとして推測した（参照 113）。また、フランス食品環境労働衛生安全庁（ANSES）では、この実験結果が、静脈内投与であること等から、安全側に立った厳しい条件での結果であると指摘している（参照 114）。なお、原著の考察

において、「71℃ 10 分間加熱した試料を投与したブタは、62℃ 10 分間加熱した試料を投与したブタと同じ豚房の中で飼育されており、62℃ 10 分間加熱した実験群は、71℃ 10 分間加熱した実験群よりもウイルスを 9 日間早く排出している。このため、接触感染によるこれらの動物の感染の可能性は排除できない」と記載されている（ただし、62℃ 10 分間加熱の実験群の実験結果は、論文中には記載されていない）（参照 102）。当該論文の接触感染の可能性については、英国食品基準庁（FSA）の HEV についての報告（2014 年）でも指摘されている（参照 113）。

表 2 4 H E V の加熱抵抗性に関する実験結果（豚又は猪の肝臓を試料とした実験）

試料	条件	結果	検出法	文献
豚肝臓破砕物（HEV 陽性、G3）	ウォーターバス中で加熱。ウォーターバスの温度 56℃で 1 時間 10 分毎に混和	豚に感染（4/5 : 5 頭中 4 頭）	ホモジネートを豚に静脈内投与後、8 週間の経過観察	（参照 33）
豚肝臓（一面が 0.5～1 cm ² のサイコロ状、HEV 陽性、G3）	油で炒める。191℃5 分間（内部温度は少なくとも 71℃）	豚に非感染（0/5）		
豚肝臓（0.5～1 cm ² 以下のサイコロ状、HEV 陽性、G3）	沸騰水中で 5 分間ボイル（内部温度は少なくとも 71℃）	豚に非感染（0/5）		
猪 肝 臓 懸 濁 液（HEV 陽性、G3）	ヒートブロック（サーモミキサー）で加熱。ヒートブロックの設定温度条件により加熱、混和。 95℃ 1 分間 60℃ 60 分間 56℃ 60 分間 56℃ 30 分間 60℃ 90 分間 70℃ 1 分間 75℃ 1 分間 80℃ 1 分間 85℃ 1 分間 90℃ 1 分間	減少率として 99.98%（3.67 log 減少） 減少率として 99.94%（3.25 log 減少） 減少率として 99.90%（3 log 減少（FSA による記載）） 減少率として 99.99%（4.42 log 減少） HEV RNA は不検出 0.48 log 減少 0.72 log 減少 2.47 log 減少 2.58 log 減少 3.58 log 減少	ウイルス RNA の定量	（参照 103）
豚肝臓（HEV 陽性、G3）から製造したパテ様試料*	温度制御ウォーターバスで加熱。温度センサーを用いて試料の内部温度を測定。 71℃ 20 分間 71℃ 10 分間	豚に非感染（0/4） 豚に感染（2/3）	ブタに静脈内接種。接種後 1～35 日目までの経過観察。糞便中の HEV RNA の検出及び血清中の抗 HEV 抗体値測定（左の結果は糞便中	

試料	条件	結果	検出法	文献
	71℃ 5 分間	豚に感染 (2/3)	の RNA の検出結果)	
	68℃ 20 分間	豚に感染 (3/4)		
	68℃ 10 分間	豚に感染 (2/3)		
	68℃ 5 分間	豚に感染 (1/3)		
	62℃ 120 分間	豚に感染 (3/4)		
	62℃ 20 分間	豚に感染 (3/3)		
	62℃ 5 分間	豚に感染 (3/3)		

*パテ様試料：フィガテルソーセージに近い組成として豚肝臓（実験に用いたものは HEV 感染豚の肝臓）30%、脂肪 48%、温水 17%をフードプロセッサーにかけ、スパイス 0.5%、亜硝酸塩 2%を加え混合した試料。

ヒト、ブタ及びイノシシから分離された HEV 株を用いた加熱抵抗性に係る実験結果は表 25 のとおりである。

ブタの糞便から分離された G3 HEV に感染させた PLC/PRF/5 細胞（ヒト肝癌由来株化細胞）の上清を用いて、熱処理による HEV 不活化の条件が調べられた。HEV を含む細胞上清を 60℃で 10 分間又は 65℃で 5 分間以上加熱すると PLC/PRF/5 細胞への感染性が消失した。同様にイノシシから分離した G4 HEV に感染させて PLC/PRF/5 細胞を用いて熱処理による HEV の感染性失活温度を調べた結果、60℃で 15 分間又は 65℃で 10 分間以上の熱処理が必要であった。（参照 115）。

ヒトから分離された 2 株の G1 HEV（Akuj 株及び Sar55 株）、ヒトから分離された G2 HEV（Mex14 株）をそれぞれ含むウイルス懸濁液を熱処理後 HepG2/G3A 細胞（ヒト肝癌由来株化細胞）に感染させることにより、加熱による HEV の感染性の減少を調べた。すべてのウイルスは 60℃ 1 時間の加熱で約 80%以上が不活化された（参照 116）。

ブタの糞便から分離された G3 HEV を含むウイルス懸濁液（ 10^6 ゲノム 相当/ml）を 56℃で 60 分間又は 95℃で 5 分間の条件で加熱処理し、HepaRG 細胞（ヒト肝癌由来株化細胞）又は PICM-19 細胞（豚肝前駆細胞由来株化細胞）への感染性が調べられた。いずれの条件でも HEV の細胞への感染は確認されなかった。56℃60 分間の熱処理で感染が確認されなかったとする当該実験の結果は、他の研究者の知見とは異なる。著者らは、HEV サンプルの起源、インキュベーション時間、HEV の遺伝子型の相違等が影響する可能性を指摘している（参照 117）。

ブタの糞便から分離された G3 又は G4 の計 4 種類の HEV を PBS 又は 25%アルブミン溶液に懸濁し（コピー数 6.3～8.4log/ml）、60℃で加熱後 A549 細胞（ヒト肺胞基底上皮腺癌由来細胞株）を用いて感染性が調べられた。PBS 中では、60℃30 分間加熱すると、HEV の感染価は検出限界以下まで減少し、ウイルスの不活化を示す指標である Log Reduction Factor は株によって 2.4log～3.7log 以上であると考えられた。一方、アルブミン溶液中では、60℃で 5 時間の加熱でも感染性が確認され、Log Reduction Factor は 1～2.2log であった。著者らは、ウイルス周辺の条件が加熱抵抗性に影響を与える可能性があると考えしている（参照 118）。

ヒトから分離された G3 HEV（G3 JE03-1760F 株）を含む懸濁液（ 10^8 コピー/ml）を加熱後、 3.0×10^5 コピー/ml に希釈し、PLC/PRF/5 細胞（ヒト肝癌由来株化

細胞) に接種することによって感染性を調べた。その結果、95℃で 10 分間、95℃で 1 分間又は 70℃で 10 分間加熱すると PLC/PRF/5 細胞への感染性が消失したが、56℃ 30 分間の加熱後では感染性を有していたとする報告がある(参照 119)。

表 2 5 H E V の加熱抵抗性に関する実験結果 (培養細胞への糞便等より分離した H E V の接種による実験)

試料	条件	結果	検出法	文献
豚から分離された G3 HEV	60℃ 10 分間 65℃ 5 分間	感染性消失 感染性消失	培養細胞 (PLC/PRF/5) に接種後、RNA 及びウイルス抗原を検出。	(参 照 115, 120)
イノシシから分離された G4 HEV	60℃ 15 分間 65℃ 10 分間	感染性消失 感染性消失		
ヒトから分離された G1 HEV (Akluj 株)	56℃ 1 時間	ほぼ不活化	培養細胞 (HepG2/G3A) に接種後*、RNA を検出**	(参 照 116)
ヒトから分離された G1 HEV (Sar55 株)	60℃ 1 時間	96%が不活化		
ヒトから分離された G2 HEV (Mex14 株)	60℃ 1 時間	約 80%が不活化		
豚糞便から分離された G3)	56℃ 60 分間 95℃ 5 分間	培養細胞においてウイルスの複製は確認されなかった	培養細胞 (Hepa RG, PICM-19) に接種後、RNA を検出	(参 照 117)
ヒトから分離された 4 株の HEV	56℃ 30 分間	不活化 (加熱抵抗性を示さなかった)	培養細胞 (A549) に接種後、RNA を検出	(参 照 121)
ヒトから分離された G3 HEV (G3 JE03-1760F 株) ***	56℃ 30 分間	RNA 検出、感染性あり	培養細胞 (PLC/PRF/5) に接種後、RNA を検出	(参 照 119)
	70℃ 10 分間	RNA 不検出		
	95℃ 1 分間	RNA 不検出		
	95℃ 10 分間	RNA 不検出		
豚から分離された G 3 又は G4 HEV (アルブミン溶液)	60℃ 5 時間	感染性減少 (1.0~≥2.2 log)	培養細胞 (A549) に接種後、RNA 検出	(参 照 118)
豚から分離された G3 又は G4 HEV (PBS)	60℃ 30 分間	感染性減少 (≥2.4~≥3.7 log)		
豚から分離された HEV (豚口腔液)	60℃ 15 分間	HEV 不検出	RNA 検出	(参 照 122) ※ 文献中にデータは示されていない

* 接種ウイルス量=10^{6.5}MID₅₀

** 感染細胞数を計測。

*** 接種ウイルス量=3.0×10⁵ コピー/ml に調整。

(2) 諸外国におけるHEVと豚肉の加熱条件に係るガイドライン値

諸外国における豚の食肉の生食又はHEVに関する基準設定等は確認されていない。

(3) 諸外国におけるHEVと豚肉に係る評価等

EU、米国等において、HEVの知見に係る意見書等作成又は食中毒を防止するための豚肉の調理方法に関する推奨事項の公表等を行っている。

①EU (EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ))

2011年に、EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ) が、ノロウイルス、A型肝炎ウイルス及びHEVを含む食品由来ウイルス (Foodborne virus) の発生及び管理に関する現在の知見のアップデートに関する科学的意見書 (Scientific Opinion) を公表している(参照 123)。以下、概要をまとめた。

a 概要

科学的意見書においては、ヒトへのHEVの感染は、動物由来製品を喫食することによっても発生しうるとされ、ポークパイ、レバーパテ、猪肉、未加熱又は生の豚肉、自家製ソーセージ、肉、未殺菌乳、貝、エスニックフード等がリスクのある食品として挙げられているが、体系的な研究は非常に限られており、これらの食品の関与が十分に実証された事例はほとんどないとしている。EUの国々におけるE型肝炎の発生率のデータはなく、HEVの感染経路、特に、どの程度食品由来のHEV感染が発生しているかも不明であるとしている。

b HEVの不活化条件 (加熱条件)

HEVは比較的加熱に対しては抵抗性があるが、遺伝子型により抵抗性に違いがあるとしている。しかしながら、70℃ 10分間又は95℃ 1分間の加熱は、どの遺伝子型においてもHEVを不活化するのに十分と考えられるとしている。また、HEVを3 log以上減少させるためには、少なくとも、通常の殺菌である63℃ 30分間又は70℃ 2分間といった加熱が必要であり、時間と温度の条件は、食材とその物理的及び化学的状态に依存するとしている。

c HEVに係るその他の予防措置

また、HEVの予防措置として、現時点においては、EUにおいて、HEVに係る特段の規制はない。HEVはと畜時に血液内に循環しているか、肝臓又は食肉中に存在しうるとしている。しかし、ブタでは、臓器等に可視できる変化がみられないことから、生体検査及びと畜後検査によって、HEVを検出できないだろうとしている。

EU規制においては、枝肉の糞便汚染を避ける又は減らす手法は存在しており、*Enterobacteriaceae* と *Salmonella* に対する microbiological criteria が存在する。これらの糞便汚染を防止する措置は、糞便中のHEVから枝肉表面への汚染防止に

効果があるだろうが、糞便汚染が HEV の伝達にどの程度寄与しているかは、不明である。したがって、現時点において食肉又は肝臓を消費する際に HEV 感染を防ぐ管理措置としては、十分な加熱のみであるとしている。

リスクのある食品の加熱を提案することは有益であるが、食肉及び食肉製品中の HEV を不活化させる明確な時間と温度条件は明らかとなっていない。調理の際の衛生管理を改善することは、非加熱で喫食する食品への HEV の伝達を防げるかもしれないが、この伝達経路がどの程度 HEV の感染に関連しているのかは不明であるとしている。

d 推奨事項

肝臓に疾患のある人、免疫不全の人及び妊婦は、HEV による E 型肝炎がより劇症化しやすいとの知見があることから、特にこのようなハイリスクグループへの教育活動は行われるべきであるとしている。このため、意見書においては、HEV の予防のためにハイリスクグループの人々は、適切に調理していない猪及び豚を食べることは避けるべきであるとしている。

さらに、一般的に食品由来ウイルスについては、ウイルスを死滅させたり不活化しようとするよりも、食品のウイルス汚染を防ぐ手法の管理に焦点をおくことを推奨している。HEV については、食品由来の伝達経路を明らかにする研究が必要とされている。

②フランス（ANSES）

a 概要

近年、フランスで E 型肝炎が増加している地域があり、フィガテル等の豚生レバーを用いた製品が主なリスク要因である可能性が考えられている。ANSES は、2013 年 5 月、HEV の汚染リスク評価について意見書(参照 114)を公表した。

b HEV の失活条件（加熱条件）

意見書においては、HEV の生存に対する加熱処理の影響について公表された知見から、試料中の脂肪（48%）の存在は、加熱に対してウイルスを保護する効果がある可能性があり、したがって、糞便懸濁液及び肝臓切片は、加熱に対してより感受性が高いとしている。データは不足しているが、HEV 汚染のあるパテ様調整品を試料として加熱条件を調べた実験では、ブタに静脈内投与という安全側に立った厳しい条件下で実施されており、この試験結果を基にした 71℃で 20 分間の処理は、HEV を確実に不活化させるものとして推奨できるとしている。

c 結論

意見書における結論では、食品中の HEV の不活化には最低でも 71℃で 20 分間の加熱処理が必要であるとしている。また、HEV 陰性豚の肝臓を事前選別（pre-selected）できないのであれば、リスク低減の唯一の対策は、豚肝臓を用いた加工製品の製造時に最低でも 71℃ 5 分間の熱処理を行った肝臓を使用することとして

いる。

③イギリス(F S A)

a 概要

近年、A 型肝炎ウイルス (HAV) 及び HEV による食品からの感染が懸念されてきていることから、異なる食品における肝炎ウイルスの生存に係る問題が提起され、食品基準庁 (FSA) は、2014 年 8 月、HAV 及び HEV の生存及び除去に係るレビュー(参照 113)を公表した。

b H E V の失活条件 (加熱条件)

レビューにおいては、HEV の生存に係る情報は極めて限られているとし、種々の加熱条件に係る文献を紹介している。HEV は、71℃5 分間の加熱では感染性を示し、71℃で 20 分間の加熱により不活化されることが示されているが、HEV は加熱に対して抵抗性を示す可能性がある。HEV の感染性を確認する確実な検査法がないことが研究の妨げになっているとし、培養細胞を用いた効率的な HEV の増殖システムの開発により、HEV の生存に係る更なる知見並びに消毒及び死滅過程における HEV の反応についての知見を収集することを推奨している。

c 結論

FSA は、食品中の HEV に対する加熱の効果を明らかにするための更なる研究が求められるとしている。

④香港 (Centre for Food Safety, Food and Environmental Hygiene Department) (参照 124)

a 概要

香港の Centre for Food Safety, Food and Environmental Hygiene Department は、2010 年、HEV が動物 (特にブタ) を介して伝播することを示唆する証拠が蓄積していることから、と殺された豚の肝臓中の HEV を分離し、豚から分離された HEV と香港の人から分離された E 型肝炎事例の HEV の間の遺伝子的な関係を決定することを目的として、生鮮の豚肝臓中の HEV に関するリスク評価研究を実施した。

b H E V の失活条件 (加熱条件)

評価においては、HEV は、十分な調理により死滅させることができるとされ、191℃ (最低でも内部温度 71℃) で 5 分間又はボイル (最低でも内部温度 71℃) 5 分間は、HEV を不活化させるとしている。また、一部のヒトは、加熱調理していない豚の肝臓や貝を好む場合があるが、HEV 及び食品媒介性病原体を含むリスクがある可能性があるとしている。

c. 助言

調理時には、スライスした豚の肝臓は、厚さや量にもよるが、100℃で少なくとも3～5分間ゆでるか、熱いフライパン又は中華鍋で、少なくとも3～5分間炒めること、食肉及び内臓については、肉汁が透明で、赤くなく、調理後、食肉を切ったときに血液が確認されない状態になるまで調理することを推奨している。また、その他の衛生的な取扱いについて、①器具や作業台の温水や消毒剤での洗浄、生肉や内臓は火が通りやすいように薄くスライスする、②食品を取り扱う前又は食品を準備している間は適宜、流水と石鹼で、20秒間の手洗いをを行うこと等が助言されている。

⑤米国（米国農務省食品安全検査局（USDA FSIS : Department of Agriculture, Food Safety and Inspection Service））

USDA は、2011 年の 5 月に、豚の塊肉（whole cuts of pork）の安全な推奨加熱温度を 160° F（71℃）から 145° F（63℃）に下げ、3 分間肉を保持することを追加した。（参照 125）

生の豚肉、ステーキ、ロースト及び骨付き肉は 145° F（63℃）まで加熱し、3 分間保持しておくことで、肉を微生物学的に安全であるとともに最高品質の製品になるだろうとしている。肉の保持時間とは、グリル、オーブン又は他の加熱調理器具から取り出した後に、製品が最終温度を持続する時間のことである。肉が熱源から取り出されてから 3 分間は、肉の温度が一定に保たれるか又は上昇し続け、病原体を死滅させる。USDA FSIS は、豚の塊肉について、145° F（63℃）まで加熱して 3 分間保持しておく方法と、従前の推奨温度である 160° F（71℃）まで加熱して保持しておく時間を伴わない方法とで、安全性が同等であると判断した。

加熱に対する新しい助言は、連邦政府検査済みの食肉施設で生産された加熱済食肉製品に適用されている基準を反映しており、肉を 3 分間保持しておくことで病原体の量を安全に低減できるとされている。

なお、牛、子牛、子羊、豚等の挽肉は 160° F（71℃）の加熱が必要だが、加熱後に保持しておく時間は必要ないとされており、今回の変更はこれらの挽肉には適用されない。

3. 失活条件（加熱条件）の検討（細菌、寄生虫）

（1）サルモネラ属菌

サルモネラ属菌の加熱抵抗性は菌株や含まれる食品等の条件によって必ずしも同一ではないが、ほとんどのサルモネラ属菌は 60℃ 15 分の加熱で殺菌される。サルモネラ属菌の加熱抵抗性は、食品の成分又は水分活性等によって影響を受けることが知られている。低温で加熱する場合は水分活性が高い方が加熱に対し抵抗性を示し、高温で加熱する場合は水分活性が低い方が抵抗性を示すことが報告されている。また、pH の低下によって加熱抵抗性が下がるとされている。（参照 4）

サルモネラ属菌の D 値²については、以下の表 26 に牛挽肉を試料とした検討結果が報告されている(参照 126)。

表 26 サルモネラ属菌の D 値について

サルモネラ	検体	加熱温度	D 値 (分間)
サルモネラ属菌	牛挽肉	62.76℃	0.7
サルモネラ属菌	牛挽肉	57.2℃	4.2
サルモネラ属菌	牛挽肉	51.6℃	62
<i>S. Typhimurium</i>	牛挽肉	63℃	0.36
<i>S. Typhimurium</i>	牛挽肉	57℃	2.13
<i>S. Typhimurium</i>	牛挽肉	57℃	2.67

(参照 126)より引用、作成

(2) カンピロバクター・ジェジュニ／コリ

食品中での加熱抵抗性として、*C. jejuni* の D 値が検討されており、その結果を表 27 に示した。加熱処理には、比較的感受性があることから、通常の加熱調理で十分な菌数の低減が可能であると考えられる。(参照 3)

その他の知見としては、カンピロバクターの大部分の株は 50℃又はそれ以上の温度による加熱により不活化するとされている(参照 127)。*C. jejuni*については、55～60℃で数分間の調理で死滅するとされている(参照 128)。

表 27 *C. jejuni* の D 値

食品	温度 (℃)	D 値 (分間)
角切りラム肉	50	5.9~13.3
加熱調理鶏肉	55	2.12~2.25
加熱調理鶏肉	57	0.79~0.98
角切りラム肉	60	0.21~0.26

(参照 128)より引用

(3) トキソプラズマ

トキソプラズマは、乾燥、pH の変動、浸透圧の変化等で容易に死滅し、生体外では長く生存できないとされている(参照 26)。

食肉中のシストは 55℃ 5 分間の加熱で感染性が消失するとされている(参照 21)。

また、オオシストの加熱処理に対する抵抗性は、50℃ 30 分間、55℃ 15 分間、60℃ 15 分間、70℃ 2 分間、80℃ 1 分間又は 90℃ 30 秒間であるとされている(参照 129)。

米国の National Pork Board のファクトシートでは、食肉中のトキソプラズマの不

²最初生存していた菌数を 1/10 に減少させるのに要する加熱時間を分単位で表したもの

活化温度を、肉全体の温度として、49℃ 336 秒間（5 分 6 秒間）、55℃ 44 秒間又は 61℃ 6 秒間としている(参照 130)。

トキソプラズマに感染した豚肉及びトキソプラズマに感染したマウスの脳を混ぜてホモジナイズ（均質化）し、厚さ 2mm に成形した試料 20g（ 10^{-3} ～ 10^{-4} 希釈液でマウスに感染性あり）をウォーターバス中で種々の条件で加熱した後に、マウスへの感染性を調べた結果、トキソプラズマは 58℃ 9.5 分で感染性が消失し、61℃では瞬時に死滅した(参照 131)。

（４）旋毛虫（トリヒナ）

旋毛虫（トリヒナ）の不活化条件としては、いくつかの報告があり、下記にまとめた。

実験的に旋毛虫（トリヒナ）に感染させたブタから、1g 当たり 100 又は 116 幼虫を含む筋肉を取り出し、ホモジネートした混合物（水分が約 70%）20g を 2mm 単位の厚さに成形し、ウォーターバス中で加熱し、加熱後の試料のラットへの感染性を調べた。その結果、旋毛虫（トリヒナ）(*T. spiralis*) の死滅温度条件を 52℃ 47 分間、55℃ 6 分間、60℃瞬時としている(参照 132)。

EFSA では、豚肉中の旋毛虫（トリヒナ）(*T. spiralis*) の死滅温度として、内部温度 49℃ 21 時間、55℃ 15 分間又は 6 分間、60℃ 1 分間又は 1 分以内、62.2℃ 1 分以内（瞬時）等としている。(参照 133)

国際トリヒナ症委員会（ICT）では、旋毛虫（トリヒナ）(*T. spiralis*) の存在が想定される豚肉は、60℃ 1 分間及び 62.2℃の加熱で瞬時に処理できるとしているが、通常の加熱調理による虫体の不活化条件は、肉の内部温度を 71℃とする処理が必要であると考えられるとしている。(参照 134,145)

米国の National Pork Board のファクトシートでは、市販の豚肉製品の調理において、旋毛虫（トリヒナ）(*T. spiralis*) の不活化温度は 52℃ (125.6 ° F) 47 分間、55℃ (131 ° F) 6 分間又は 60℃ (140 ° F) 1 分以内としている。(参照 135)

なお、Codex では、2014 年の食品衛生部会（CCFH）において、野生獣の狩猟者、小売業者及び消費者に対し、ICT の勧告に基づき、豚肉の内部温度を少なくとも 71℃まで加熱するよう勧告することを次回総会(2015 年)に諮ることとしている。(Step8 としての最終採択を次回総会に諮ることが合意された)

（５）有鉤条虫

感染豚肉における有鉤条虫の不活化条件として、内部温度 80℃又は 60℃の加熱で滅菌されるという報告(参照 136)、ヒトに寄生する *Taenia* 属の条虫及びブタを中間宿主とする有鉤条虫を不活化するための最低温度として 60℃が必要であるとするカナダの情報(参照 137)及び食肉中の有鉤条虫 及びアジア条虫の不活化温度として、肉全体を通じ 56℃としている米国の報告(参照 138) がある。

4. 調理法・その他の失活条件等

(1) 調理法に関連した加熱条件等

豚の食肉を用いた加工食品については今回の評価の対象ではない。加熱食肉製品については、日本において、中心温度が 63℃30 分間又はそれと同等以上の加熱殺菌を行うことが食品衛生法に基づく規格基準により定められており、事業者において、加熱殺菌による管理が行われている。これまでに加熱食肉製品による E 型肝炎患者の事例報告は確認されていない。

また、その他の微生物制御に影響を与える可能性のある食品の加工技術として高压処理加工等の手法も存在するが、飲食店又は一般家庭においてそのような加工技術を用いて調理を行うことは現実的ではないことから、今回、評価は実施していない。

厚生労働省は、飲食店及び家庭等で食品を加熱調理する場合は、食中毒の原因となる腸管出血性大腸菌、カンピロバクター・ジェジュニ／コリ等が死滅する条件として、食品の中心部を 75℃で 1 分間以上又はこれと同等の加熱効果を有する方法により加熱調理を行うことを推奨している。さらに、厚生労働省の「大量調理施設衛生管理マニュアル」においては、加熱調理食品は、「中心部温度計を用いるなどにより、中心部が 75℃で 1 分間以上又はこれと同等以上まで加熱されていることを確認する」と規定されている。

豚の食肉の調理時の温度を確認するには、中心部温度計を用いる他に、家庭等で調理する場合には、肉の色によって判断する場合が想定される。アイルランドの食品安全基準局 (FSAI) の食品中における HEV についての Q&A においては、例えば、ソーセージを調理する場合、ソーセージ内部のピンク色の部分が確認できず、茶色で硬くなるまで焼成又は揚げた場合には、通常は中心部が 85℃に達していると考えられるとしている(参照 139)。しかしながら、米国の USDA が実施した実験においては、牛挽肉を安全に調理することを目的として行われた実験において、病原体を死滅させるのに十分である最低温度とされていた 160° F (71℃) に達する前に、肉の色が茶色になる場合があるとの結果を示している(参照 138, 140)。このため、USDA は、ハンバーグを加熱調理する際に温度計を使うように消費者に助言しており(参照 140)、FSAI も同様に、目視のみの確認ではなく、温度計の使用を推奨している(参照 139)。

食肉の中心温度の温度変化については、高温の条件下で加熱する揚げ物調理や焼き物調理では、加熱終了時の周辺部温度は中心部よりも高いため、加熱終了後に周辺部から中心部への熱の移動による温度上昇(余熱)がみられ、この現象を利用し余熱を有効に利用することで最終中心温度を 75℃ 1 分間以上としても、加熱終了後喫食までの間に中心温度は更に高くなるとする報告がある。余熱による温度上昇は、食材の大きさと種類、加熱温度及び放置時の条件等が影響するので、以下の実験結果は一例に過ぎないが、厚さ 15mm、直径約 50 mm 程度の豚ヒレ肉(約 30 g)を設定温度 270℃又は 280℃のオーブン中で加熱し、オーブンから取り出して室温(18℃~28℃)に放置した時の余熱温度変化を測定した結果、肉の中心温度が 70℃に達してから 1 分間加熱した後にオーブンから取り出して室温に放置した時の余熱によって達する最高温度は 84.1℃であった。また、オーブン庫内温度 270℃以上の温度設定で「75℃

1 分間」については、余熱で十分に 75℃以上の温度を保つことが出来、到達最高温度は 90℃近くの高温になっていた。(参照 141)

また、豚挽肉(赤身が多い部分)を原料とした生地 100 g を球形に丸め、厚さ 20mm、直径 76~78 mm に成形したハンバーグを用いた実験では、230℃のオーブン中で加熱し、内部温度が 75℃に達した時点でオーブンから取り出して内部温度を計測した結果では、75℃に到達するまでの時間が 14.3 ± 1.4 分、75℃以上の温度を保持する時間が 4.7 ± 1.8 分及び余熱によって達する最高温度は 78.8 ± 3.3 ℃であることが認められた。(参照 142)

食肉の菌数と調理温度の関係については、腸管出血性大腸菌 (*enterohemorrhagic Escherichia coli*, EHEC) を用い、牛肉の焼き物調理により、加熱温度及び時間を測定し、それぞれの条件における EHEC の生残性について確認する試験が報告されている。EHEC O157 の菌液を牛の肝臓及び牛の大腸に塗布し、ホットプレートで調理を行い、菌数の変化を確認した。加熱温度を 200℃とした場合に、牛レバー(約 5cm × 約 2cm × 厚さ約 0.5cm) は生焼けで 60 秒、中程度焼けで 120 秒、十分焼けで 180 秒、牛大腸(長さ約 5cm) は生焼けで 60 秒、中程度焼けで 90 秒、十分焼けで 120 秒であった。その結果、生焼け、中程度焼け、十分焼けのいずれから菌が検出されたが、焼成の程度が強いほど菌数が減少しており、また、菌が検出される検体数が減少していることから、加熱の効果があるものと推測された。しかし、牛大腸においては、中程度焼け及び十分焼けにおいて、菌が検出された検体中の菌数は差がない、若しくは十分焼けの方が高いとの結果もあり、検体により加熱むらがあることが示唆された。

直火ガスコンロでの焼肉調理過程での検体の表面温度変化については、牛カルビ(約 6cm × 約 4cm × 厚さ約 1cm) では、加熱後 10 秒で約 140℃となり、生焼けで約 170℃、中程度焼けで約 190℃及び十分焼けで約 210℃であった。牛ロース肉(約 6cm × 約 4cm × 厚さ約 0.3cm) では、加熱後約 10 秒で約 210℃から約 250℃となり、生焼けで約 260℃、中程度焼けで約 290℃、十分焼けで 300℃に達した。牛大腸では、加熱後 10 秒で約 180℃から約 230℃となり、いずれの焼成程度においても焼成終了まで 200℃前後で推移した。焼成程度が強いほど EHEC が検出される検体数が減少し、また生残する菌数の減少が大きかったが、牛カルビ肉では菌数の減少率が牛ロース肉及び牛大腸より低く、生焼けでは約 1/10 中程度焼けで約 1/3,200、十分焼けで 1/7,100 に菌数が減少した。本報告は牛肉及び EHEC による実験であるが、調理方法の違いにより、菌の生残性に違いが生じること、肉の部位により、加熱温度が同じでも、表面温度の推移、菌数の減少率及び加熱むらの生じ方にも違いがあることが示唆されている。また、汚染菌数が多い場合でも十分に調理すれば本菌が死滅することが考えられているが、十分に加熱が行われない場合は菌が生存する可能性があることが示された。(参照 143)。

実際に、豚の食肉を調理する場合には、その温度、時間等については、食肉の部位、大きさ、厚さ、調理方法等により様々であること等から、細菌やウイルス等の危害要因を人へのリスクのないレベルまで減少させる加熱時間や温度の組み合わせは様々となることが想定される。

調理時のリスクについては、牛肉の実験において、汚染牛肉により汚染された調理

器具が非汚染牛肉を汚染するという報告がある。汚染牛肉を取扱調理器具でつかんだ際の器具の汚染結果としては、牛肉全体に付着している菌数の約 1/1,800 から約 1/120 の菌により器具が汚染することが明らかとなった。逆に汚染された取扱調理器具で、焼成後の牛肉をつかんだ場合、器具に付着している菌数の約 1/170 から約 1/4 が牛肉に移ることが認められたとされている。(参照 143)。このため、調理器具を介した二次汚染にも注意が必要であるといえる。

(2) その他の失活条件等

今回の評価においては、加熱殺菌条件について評価を行っているが、その他危害要因を不活化する方法もある。特に寄生虫の不活化には、冷凍処理も有効であるとされ、旋毛虫（トリヒナ）は -23.3°C で直ちに死滅するとされた。有鉤条虫は時間と温度の組み合わせとして、 -15°C で 75 分間又は -18°C で 30 分間の冷凍処理により死滅するとされた。トキソプラズマは、 -9.4°C 以下で直ちに不活化するとされている(参照 144)。しかしながら、旋毛虫（トリヒナ）の一部の種類では、冷凍に対し耐性を示すものもあり、CODEX 及び ICT では、旋毛虫（トリヒナ）の不活化には冷凍処理が有効ではない場合もあるとの見解を示している(参照 134, 145)。

5. 喫食データ

(1) 豚肉及び豚の肝臓の 1 日当たりの摂取量

日本人の豚肉の 1 日当たりの摂取量の参考情報として、厚生労働省が行った平成 22 (2010) 年度受託事業、「食品摂取頻度・摂取量調査の特別集計業務」報告がある。本調査は春夏秋冬全ての季節における全国各地域の 40,394 人の個人に対する 1 日の調査であり、調査が行われた結果として、豚・肉の 1 日当たりの摂取量（調査対象の全ての人の平均値）は 41.5g、豚・肝臓の 1 日当たりの摂取量は 0.13g であるとされた。また、本調査では、高齢者、妊婦、小児及び全体の各集団における平均値が求められており、その結果については以下の表 28 に示した。(参照 146)

表 28 日本人の豚肉の一日当たりの摂取量

	対象食品群	総数	高齢者 (65 歳以上)	妊婦	小児 (1-6 歳)
対象者数 (人)		40,394	8,733	77	1,619
年齢 (歳)		45.4	72.5	27.4	3.8
体重 (kg)		55.1	56.1	58.5	16.5
食品群番号	1 日当たりの摂取量 (g)				
409	豚・肉	41.5	30.3	42.4	33.1
410	豚・肝臓	0.13	0.14	0.000	0.48

(参照 146)より引用、作成

（２）豚肉料理及び豚の内臓肉料理の一度の喫食量及び喫食頻度

豚肉料理及び豚の内臓肉料理の一度の喫食量及び喫食頻度について、2006 年度に食品安全委員会が行った一般消費者を対象としたアンケート調査（全国の満 18 歳以上の一般個人 3,000 人に対するインターネット調査）結果を以下の①、②に示す。

① 豚肉料理

豚肉料理については、喫食者率は 98.2%、喫食頻度は「1 週間に 1 回以上」と回答した人が 70.3%であった。夕食のメインディッシュ等、たくさん食べるときの一度の喫食量について調査した結果、「100 g 位」であると回答した人が 36.0%及び「150 g 位」であると回答した人が 27.6%であった。一度の喫食量として「500 g 以上」であると回答した人も 1%程度存在していた。なお、当該調査においては、喫食量（g）の目安として、豚ソテー 1 枚であれば 100 g、生姜焼き（ロース）1 枚であれば 25 g として例示している。

豚肉の生・生焼けでの喫食機会は、「ある」と回答した人が全体の 6.8%であった。また、「豚肉の中心部まで十分に火が通っていなかった時はどうするか」という質問に対しては、「再加熱をしてもらう」と回答した人が 84.7%、「食べない」と回答した人が 12.8%及び「そのまま食べる」と回答した人が 2.6%であった。

②豚の内臓肉料理

豚の内臓肉料理については、全く食べないと回答した人が 47.3%であった。喫食頻度でみると、「年に数回」と回答した人が 33.5%、「1 ヶ月に 1 回以上」と回答した人が 19.2%であった。一度の喫食量については「50 g 以下」と回答した人が 36.5%であった。生・生焼けでの喫食機会が「ある」と回答した人は 5.9%であり、加熱不十分な場合に「そのまま食べる」と回答した人は 1.8%であった。（参照 147）

VI. リスク特性解析

厚生労働省が示した規格基準案の導入による食中毒のリスク低減効果を推定する。規格基準案によるリスク低減の程度を推定するためには、豚の食肉の生食に係るリスクを確認した後、厚生労働省が示している「豚の食肉を使用して、食品を製造、加工又は調理する場合には、中心部を 63℃ 30 分間以上加熱又はそれと同等以上の殺菌効果のある加熱殺菌が必要である旨」に焦点を置いて評価すればよいと考えた。HEV を除く細菌（サルモネラ属菌及びカンピロバクター・ジェジュニ／コリ）及び寄生虫（トキソプラズマ、旋毛虫（トリヒナ）及び有鉤条虫）は、以下の表 29 のとおり、規格基準案である中心部を 63℃ 30 分間の加熱で殺菌又は不活化できることが確認された。したがって、本リスク特性解析においては、HEV に係る豚の食肉の生食のリスク及び HEV の加熱抵抗性に関する知見（図 2）を踏まえ、特に規格基準案の HEV に対する加熱殺菌条件としての妥当性に焦点を置いて評価を行った。HEV の加熱抵抗性に関する知見について入手可能な情報のうち、豚の肝臓を試料として用いた加熱温度及び加熱処理後の感染性の有無（図 2a）及び糞便懸濁液、又は培養上清等から分離したウイルス液を用いた加熱温度及び加熱処理後の感染性の有無（図 2b）について整理した。HEV を含む試料の性状及び量、加熱方法、HEV が不活化されたと判断する基準等、実験によって方法が異なることに留意する必要があるが、HEV 懸濁液を加熱すると 63℃ 30 分間の加熱でも不活化される結果が示された（図 2b）。一方、高脂肪のパテ様試料中では、63℃ 30 分間の加熱では不活化されなかった（図 2a）。

表 29 各危害要因のリスクを十分に低減することの可能な加熱条件一覧

危害要因	サルモネラ属菌	カンピロバクター	トキソプラズマ	旋毛虫（トリヒナ）	有鉤条虫
最低温度条件	60℃15 分で殺菌（参照 4）	50℃又はそれ以上の温度による加熱により不活化（参照 127）	・49℃（肉全体の温度として）5 分 6 秒で死滅（参照 130） ・50℃30 分で感染性消失（参照 129）	・52℃（肉全体の温度として）47 分で死滅（参照 132）	・56℃（肉全体の温度として）で死滅（参照 138）

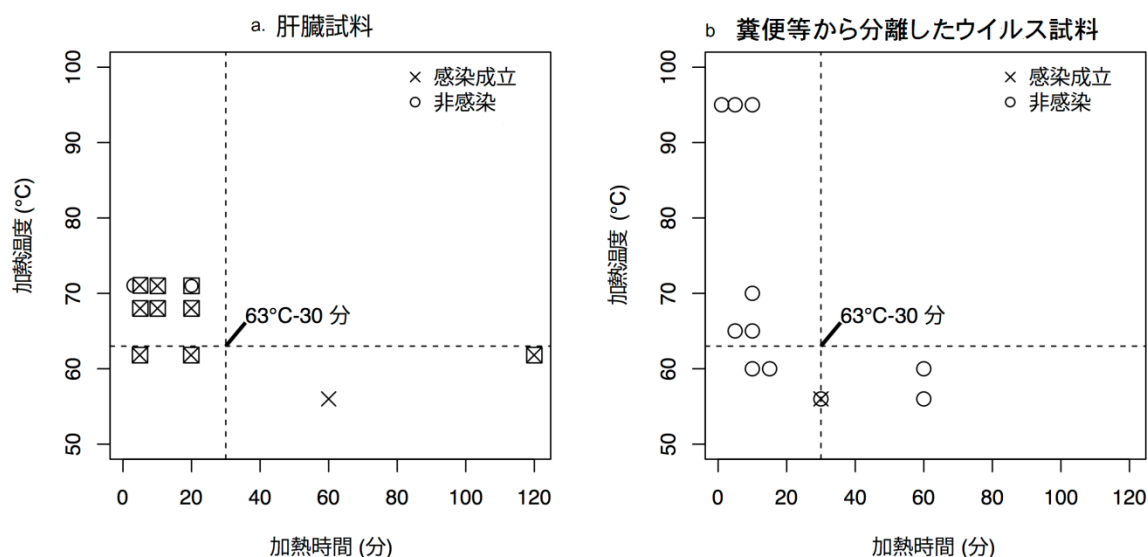


図2 HEVの加熱抵抗性に関する実験結果のまとめ

a. 豚肝臓試料を形成して加熱後にブタを用いたバイオアッセイ。枠（□）あり：高脂肪パテ様試料（参照 102）、枠なし：懸濁液又はサイコロ状試料（参照 33）。b. 糞便等から抽出したウイルス試料を加熱後に培養細胞に接種（参照 115, 116, 117, 119, 120, 121, 122）。※25%アルブミン溶液中では、60℃ 5時間の加熱でも感染性が確認された（参照 118）。

1 豚の食肉のリスクの確認

（1）ハザード特性解析

HEV のヒトへの感染発症に関する用量反応関係は不明である。

（2）感染症発生動向調査等に基づく豚肉喫食が示唆される E 型肝炎患者数等の検討

感染症法に基づき実施された感染症発生動向調査によると、1999 年 4 月～2008 年第 26 週の E 型肝炎の患者報告 288 例のうち、感染経路として、飲食物が関与すると推定又は確定した報告数は 128 例であった。そのうち、豚肉を喫食していると報告されたのは 52 例（38.5%）であり、その中で生食ありと回答した事例は、14 例であった。（参照 11）

同じく感染症発生動向調査のうち 2005 年～2013 年 11 月に報告された E 型肝炎事例の中で、推定感染経路の記載があった国内 250 例中、推定感染経路が豚（肉や肝臓を含む）と記載されていた事例が 88 例（35%）であった。（参照 59）

2000 年から 2013 年までの人口動態統計において、基本死因分類が急性 E 型肝炎と報告された死者数は年間 0～2 名と報告されているが、豚の食肉の喫食との関連は不明である。

（3）豚の食肉の HEV の汚染状況に基づくリスクの検討

と畜場へ出荷される月齢（6 ヶ月齢）のブタ 386 頭のうち、326 頭（84%）が HEV に対する抗体を持っており、過去の HEV 感染が示唆されたが、このうち血液から HEV 遺伝子が検出された個体はなかったと報告されている（参照 92, 93）。一方、と畜場における検査では、と畜検査合格肝臓 80 検体中 2 検体（2.5%）、廃棄肝臓 183

検体中 11 検体 (6.0%)、血液 1,371 検体中 2 検体 (0.1%) から HEV 遺伝子が検出されたとの報告がある(参照 94)。海外においても、と畜場で採取した健康な豚の肝臓及び筋肉それぞれ 112 検体から、肝臓 5 検体 (4%)、筋肉 3 検体 (3%) で HEV が検出されたとの報告がある(参照 97)。また、限られた地域における報告ではあるが、国内の食料品店で販売されている豚の肝臓 363 検体中 7 検体 (1.9%) から HEV が検出され、当該肝臓から分離された HEV 株には、同地域の豚の肝臓を喫食した経験のある E 型肝炎患者から分離された HEV 株と遺伝子配列が一致するものがあるとの報告がある(参照 16)。

ブタの体内で HEV が検出された組織としては、日本において、実験感染ブタ (静脈内投与後 18 日目) 及び自然感染ブタ (14 週齢) の各臓器を調べたところ、これら 3 頭のブタのいずれか又は全頭の肝臓、胆嚢、十二指腸、回腸、盲腸、結腸、直腸及び腸内容物から HEV の RNA が検出されたが、筋肉からは検出されなかった。また、自然感染した豚の肝臓には、 $10^{6.49}$ コピー/g のウイルスゲノムが存在していたとされている(参照 99)。さらに、その他の報告の中では、実験感染ブタについて HEV を静脈内投与後 2 週目から血清及び筋肉からも HEV の RNA は検出されているが、RNA 量は肝臓との比較では、数十～数千分の一程度と少なかったと報告されている(参照 100)。

(4) まとめ

HEV による用量反応関係が不明であること、豚の食肉の HEV による汚染濃度等のデータも限られていることから、豚の食肉の生食の HEV のリスクを定量的に推定することは現時点では困難である。しかしながら、豚の食肉の喫食との関連が疑われる E 型肝炎患者が報告されていること、市販の豚の肝臓においても、HEV 遺伝子が検出されていること、肝臓のみならず腸管、筋肉等からも HEV の RNA が検出されていること等から、豚の食肉の生食又は加熱不十分な状態での喫食による、E 型肝炎発症のリスクは一定程度あると考えられる。

2 豚の食肉の加熱殺菌条件の検討

HEV の豚の食肉中における加熱抵抗性に係る知見は限られている。本来であれば、豚の食肉の加熱調理でウイルスを不活化させるのに必要な条件を示すためには、ALOP(Appropriate Level of Protection: 適切な衛生健康保護水準)を設定し、それを満たす摂食時安全目標値 (Food Safety Objectives: FSO) に変換し、と殺直後の初期汚染ウイルス量 (達成目標値 (Performance Objectives: PO)) から FSO を達成させるため、加熱により何 log のハザードの低減措置が必要か (Performance Criteria: PC (達成基準)) を設定することになる。仮に E 型肝炎の年間患者数を 100 人、その半分は食品由来で、かつ豚肉由来とした場合、これら患者を年間 1 人未満にすることを ALOP としたとする。用量反応関係は摂取病原体数の少ない領域では、比例直線に近似できることが知られているため、50 人(=log に変換すると 1.7)を 1 人 (log でゼロ) まで下げるためには、PC として 1.7 log は必要となる。しかし、E 型肝炎患者数、

食品由来の患者数等について、これらの仮定を支持する十分な知見が現状では得られていない。

HEV の加熱抵抗性について、知見は限定的であるが、数例の報告がある。HEV を含む培養上清を、60℃ 10 分間 (G3 HEV) 又は 60℃ 15 分間 (G4 HEV) で加熱したところ、感染性を消失したとの知見があるが(参照 115 李天成 (2010) #100)、当該条件は培養上清中の HEV に対するものであり、豚の食肉中における HEV の加熱抵抗性は本条件とは異なるものと推測される。

一方、HEV 陽性の市販品の豚肝臓を一面が 0.5～1 cm² のサイコロ状に切り出し、191℃で 5 分間炒める (内部温度が少なくとも 71℃) 又は沸騰水中で 5 分間加熱 (内部温度が少なくとも 71℃) といった条件で加熱試験を行った結果、感染性が確認されなかったことが報告されている(参照 33)。この条件は、市販品の HEV 陽性豚肝臓を用いて、炒める又は煮るといった通常行われる調理手順であることから、現実起こりうる状況に近い結果であると推測される。

また、HEV 陽性の豚の肝臓を用いて製造したパテ様試料を用いた加熱実験においては、内部温度 71℃、20 分間の加熱で HEV が不活化される結果が得られているが、内部温度 62℃、120 分間の加熱条件では、HEV の感染性が確認されている(参照 102)。ただし、この実験は、脂肪分を 50% 近く含む調整品を試料としており、脂肪が多いため加熱に対して HEV が抵抗性を示した可能性がある。

このように、今後の更なる調査が必要ではあるが、上記に示したとおり、63℃ 30 分の加熱条件で、HEV の不活化が確認される知見もあること、日本において、現時点において、中心温度が 63℃ 30 分間又はそれと同等以上の加熱殺菌を行うことが食品衛生法に基づく規格基準により定められている加熱食肉製品による E 型肝炎患者の事例報告は確認されていないことから、豚の食肉の中心温度を 63℃ 30 分間又はそれと同等以上の加熱を行うことにより、HEV は一定程度減少すると考えられる。しかしながら、その他の知見も含めて総合的に勘案すると、HEV が豚の食肉内で不活化される温度や時間条件については、実験の条件 (不活化されたと判断する検査方法、加熱方法、検体の大きさ等を含む。)、感染ウイルス量、実験に用いた食品の脂質含量等によって大きく変動すると推定される。すなわち、仮に PC を 2 log 減少させるとしても、それを Process criteria (工程規格 (ここでは加熱殺菌条件)) に変換する段階における不確実性が極めて大きく、現段階で一律の加熱殺菌条件を示すことは難しいと考えられる。

VII. 食品健康影響評価

上記のリスク特性解析を踏まえ、食品安全委員会微生物・ウイルス専門調査会は以下のように結論する。

- 1 豚の食肉には、ヒトへの健康影響が大きいとされる E 型肝炎ウイルス（HEV）、細菌（サルモネラ属菌及びカンピロバクター・ジェジュニ／コリ）、寄生虫（トキソプラズマ、旋毛虫（トリヒナ）及び有鉤条虫）といった危害要因が存在する。日本において、E 型肝炎患者は毎年報告されており、豚の食肉の生又は加熱不十分な状態での喫食との関係が疑われる事例もある。また、豚の食肉に起因すると推定又は確定されたサルモネラ属菌又はカンピロバクター・ジェジュニ／コリによる食中毒事案も過去 10 年で延べ 10 件発生しており、その中には飲食店での豚の肝臓の生食が原因と推定された事例も報告されている。寄生虫については、近年、日本のと畜場でのブタからの検出は非常に低いレベルであるが、海外では依然として、寄生虫の感染患者が多く存在しており、FAO/WHO による「食品由来寄生虫に関するリスク管理のための複数基準に関するランク付け」においても、トキソプラズマ、旋毛虫（トリヒナ）及び有鉤条虫はヒトに重大な危害を与える可能性がある寄生虫とされている。
- 2 豚の食肉についての危害要因とされている HEV は、豚の肝臓内部、血液、腸管及び筋肉から検出されており、寄生虫（トキソプラズマ、旋毛虫（トリヒナ）及び有鉤条虫）についても、豚の筋肉内に寄生している。
牛の食肉（内臓を除く。）については、微生物汚染は主に表面汚染によるものであると過去に評価されており、表面の加熱により食中毒発症のリスクが低減されるが、豚の食肉については、上述のように、食肉内部が HEV や寄生虫などの危害要因に汚染されていると考えられることから、豚の食肉は、牛の食肉（内臓を除く。）と比較して、肉の内部まで危害要因が存在する確率が高く、従ってリスクが高いものと推定され、特に注意が必要であると考えられる。
- 3 豚の食肉の生食に起因すると推定される E 型肝炎患者及び細菌による食中毒事例が発生していることから、規格基準案のうち、「豚の食肉は、飲食に供する際に加熱を要するものとして販売の用に供さなければならない」との規制を導入することにより、豚の食肉の生食に起因する E 型肝炎発症及び食中毒発症のリスクは低減するものと推定され、当該規制の導入は妥当である。
- 4 規格基準案にある「販売者は、直接一般消費者に販売することを目的に、豚の食肉を使用して、食品を製造、加工又は調理する場合には、中心部を 63℃30 分間以上加熱又はそれと同等以上の殺菌効果のある加熱殺菌が必要である旨」の基準に関して、細菌（サルモネラ属菌及びカンピロバクター・ジェジュニ／コリ）及び寄生虫（トキソプラズマ、旋毛虫（トリヒナ）及び有鉤条虫）については、63℃30 分間以上の加熱で十分に不活化されることが確認された。危害要因の中で最も加熱抵抗

性が高い HEV に係る知見は限定的であることに留意する必要がある。限られた知見の中では、HEV を含む培養上清を、60℃ 10 分間（G3 HEV）又は 60℃ 15 分間（G4 HEV）で加熱をしたところ、感染性を消失したとの知見がある。また、実際の調理法に近い条件、すなわち HEV 陽性の豚の肝臓について内部温度 71℃以上 5 分間の加熱を行うことで、豚の肝臓中の HEV が不活化されるとの報告がある。一方で、高度に脂肪を含有したパテ様試料に対し内部温度 62℃ 120 分間の加熱を行っても、HEV の感染性が検出されたとの報告があり、中心部を 63℃ 30 分間以上の加熱では、HEV を不活化するには十分でない場合も想定される。ただし、今後の更なる調査が必要ではあるが、上記のとおり加熱条件で HEV の不活化を示唆する知見もあること、さらに日本において、現在、中心部を 63℃ 30 分間又はそれと同等以上の加熱殺菌を行うことが食品衛生法の規格基準において定められている加熱食肉製品による E 型肝炎患者の事例報告は確認されていないことから、豚の食肉の中心部を 63℃ 30 分間又はそれと同等以上の加熱殺菌を行うことにより、HEV のリスクは一定程度減少すると考えられる。

- 5 HEV を確実に不活化するには、より高い加熱温度が必要とされ则认为られる。豚の食肉を HEV の不活化が確認された条件(内部温度が少なくとも 71℃ 5 分間)又はこれと同等以上の条件で加熱することは、実際の調理法に近い条件でもあり、不確実性はあるものの、豚の食肉による HEV のリスクは相当低いレベルになると考えられる。また、厚生労働省が、飲食店、家庭等で食品を加熱調理する場合に推奨している、食品の中心部を 75℃で 1 分間以上又はこれと同等の加熱効果を有する方法による加熱調理については、内部温度 71℃での加熱より高温であり、71℃ 5 分間以上の加熱調理と同様にリスクを低減する効果があると推定される。しかしながら、危害要因の中で最も加熱抵抗性が高い HEV に係る知見が限定的であることに加え、加熱条件と内部温度との関係は、調理法、食肉の部位や大きさ等により変わってくるため、一律の加熱殺菌条件を示すことは現時点では困難である。このため、現在、豚の食肉の生食に起因すると推定される E 型肝炎患者及び細菌による食中毒事例が発生している中、生で喫食しないこと、現実的なより高い温度で加熱を行うことの重要性を示すことが優先される。豚の食肉をより高い温度で加熱することにより、HEV 以外の危害要因を原因とする食中毒については、リスクは無視できる程度まで減少すると考えられ、HEV についてもリスクの低減効果が期待できる。豚の食肉を用いて調理する場合には、中心部の温度及び時間を測定することが望ましいが、このような温度及び時間を常に計測しながら調理を行うことは一部の食品事業者にとっては現実的には困難であることが予想される。調理の際は肉の色等を確認しつつ、焼成、蒸煮等の調理により十分に加熱を行うことにより、これらの危害要因による豚の食肉のリスクを低減することが可能になると考えられる。
- 6 また、消費者が豚の食肉を喫食する際は、中心部まで十分によく加熱する必要がある。さらに、生肉を扱ったまな板、包丁、トング等で、焼きあがった肉を扱わない、サラダを調理するとき等に生肉を扱った器具等を使用しない等の喫食時に生の

豚の食肉から他の食品への交差汚染を防ぐことが更なるリスク低減のために必要である。

- 7 なお、HEVについては、野生鳥獣である猪及び鹿の食肉が原因とされる E 型肝炎の食中毒事例が報告されており、猪又は鹿の食肉の喫食との関連が疑われた E 型肝炎患者の事例も報告されている。このことから、これらの猪及び鹿の食肉についても、喫食の際には、豚の食肉と同様に生食のリスクが高いことから、中心部まで十分加熱することが必須であり、リスク管理機関においては、十分な加熱を徹底することについて、適切な対応を行うことが必要である。また、バーベキュー等では、食肉を薄くスライスした上で中心部まで加熱を行うことが重要であり、火の通りにくい肉塊（かたまり肉）のまま調理する場合には、中心部まで十分加熱を行うよう、さらに注意する必要がある。
- 8 日本人の E 型肝炎発症者のうち、高齢者における劇症化事例が多く報告されており、海外では妊婦の E 型肝炎の劇症化事例の報告もあることから、高齢者、小児、妊婦等の一般的に抵抗力の弱い方については、より一層の注意が必要である。
- 9 今般の評価においては、本案件が緊急性が高いものと解されたため、現在入手できる知見に基づき、評価を行ったものである。このため、リスク管理機関等は今後、新たな知見を蓄積することに努め、新たな知見が蓄積された際には、リスク管理機関は、改めて評価を求めることを検討すべきである。

Ⅷ. 今後の課題

今回の評価においては、特に HEV に係る知見が限定的であったことから、一律の加熱殺菌条件の設定が困難であった。今後、より詳細なリスク評価を行うためには、以下のような知見及びデータの収集が必要と考えられる。

- ・ヒトの E 型肝炎感染及び発症に係る HEV の用量反応関係
- ・豚の食肉中(特に筋肉と肝臓)の HEV の汚染率及び汚染濃度（感染価）
- ・E 型肝炎感染及び発症の原因となる食品及び感染経路の解明に向けたデータの収集及び解析
- ・HEV の加熱抵抗性に関するデータの収集及び解析（特に豚の食肉中における加熱抵抗性又は種々の調理法における不活化に係るデータ）

イノシシやシカを始めとした野生鳥獣における病原体保有状況等の知見についても、適切なリスク管理を推進する上で収集することが望まれる。

<略語一覧>

略語	名称
ALOP	Appropriate Level of Protection (適切な衛生健康保護水準)
ALT	alanine aminotransferase (アラニンアミノトランスフェラーゼ)
ANSES	French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety (フランス食品環境労働衛生安全庁)
CFS	Centre for Food Safety, Food and Environmental Hygiene Department (香港食物環境衛生署 食物安全センター)
EFSA	European Food Safety Authority (欧州食品安全機関)
ELISA	Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (エライザ) *酵素免疫測定法
ESR	The Institute of Environmental Science and Research (ニュージーランド環境科学研究所)
FAO	Food and Agriculture Organization (国際連合食糧農業機関)
FSA	Food Standards Agency (英国食品基準庁)
FSAI	Food Safety Authority of Ireland (アイルランド食品安全局)
FSIS	Food Safety and Inspection Service (米国農務省食品安全検査局)
FSO	Food Safety Objectives (摂食時安全目標値)
ICT	International Commission on Trichinellosis (国際トリヒナ症委員会)
IgA	Immunoglobulin A (免疫グロブリン A)
IgG	Immunoglobulin G (免疫グロブリン G)
IgM	Immunoglobulin M (免疫グロブリン M)
PBS	Phosphate Buffered Saline (リン酸緩衝生理食塩水)
PC	Performance Criteria (達成基準)
PO	Performance Objectives (達成目標値)
RT-PCR	Reverse Transcription Polymerase Chain Reaction (逆転写ポリメラーゼ連鎖反応)
USDA	United States Department of Agriculture (米国農務省)
WHO	World Health Organization (世界保健機関)

<参考文献>

- 1 厚生労働省. 平成 26 年 8 月 18 日開催 薬事・食品衛生審議会 食品衛生分科会乳肉水産食品部会 資料. 2014
- 2 食品安全委員会. 食品健康影響評価のためのリスクプロファイル～ブタ肉における E 型肝炎ウイルス～ (改訂版). 2012
- 3 食品安全委員会. 食品健康影響評価のためのリスクプロファイル. ～鶏肉におけるサルモネラ属菌～. (改訂版). 2012
- 4 食品安全委員会. 微生物・ウイルス評価書 生食用食肉(牛肉)における腸管出血性大腸菌及びサルモネラ属菌. 2011
- 5 食品安全委員会. 微生物・ウイルス評価書 鶏肉中のカンピロバクター・ジェジュニ/コリ. 2009
- 6 李天成. 食中毒予防必携 第 2 版 3. E 型肝炎ウイルス. 社団法人日本食品衛生協会. 2007; 227-231
- 7 N. Pavio, X. J. Meng and C. Renou. Zoonotic hepatitis E: animal reservoirs and emerging risks. Vet Res. 2010; 41: 46
- 8 国立感染症研究所. 特集 E 型肝炎 2005～2013 年. IASR. 2014; 35: 1
- 9 岡本宏明. E 型肝炎ウイルスについての最近の話題. 日本斃事新報. 2005; 4236: 247-250
- 10 WHO. Hepatitis E Fact sheet N°280. 2014
- 11 厚生労働省/国立感染症研究所. E 型肝炎 1999 年 4 月～2008 年第 26 週. IDWR 感染症週報. 2008; 10: 14-19
- 12 高橋雅春, 岡本宏明. 人獣共通感染症としての E 型肝炎 (1) ブタにおける E 型肝炎ウイルス. 臨牀消化器内科. 2006; 21: 241-248
- 13 X. J. Meng, P. G. Halbur, M. S. Shapiro, S. Govindarajan, J. D. Bruna, I. K. Mushahwar, R. H. Purcell and S. U. Emerson. Genetic and experimental evidence for cross-species infection by swine hepatitis E virus. J Virol. 1998; 72: 9714-9721
- 14 S. Tei, N. Kitajima, K. Takahashi and S. Mishiro. Zoonotic transmission of hepatitis E virus from deer to human beings. Lancet. 2003; 362: 371-373
- 15 T. C. Li, K. Chijiwa, N. Sera, T. Ishibashi, Y. Etoh, Y. Shinohara, Y. Kurata, M. Ishida, S. Sakamoto, N. Takeda and T. Miyamura. Hepatitis E virus transmission from wild boar meat. Emerg Infect Dis. 2005; 11: 1958-1960
- 16 Y. Yazaki, H. Mizuo, M. Takahashi, T. Nishizawa, N. Sasaki, Y. Gotanda and H. Okamoto. Sporadic acute or fulminant hepatitis E in Hokkaido, Japan, may be food-borne, as suggested by the presence of hepatitis E virus in pig liver as food. J Gen Virol. 2003; 84: 2351-2357
- 17 P. Colson, P. Borentain, B. Queyriaux, M. Kaba, V. Moal, P. Gallian, L. Heyries, D. Raoult and R. Gerolami. Pig liver sausage as a source of hepatitis E virus transmission to humans. J Infect Dis. 2010; 202: 825-834
- 18 A. Berto, S. Grierson, R. Hakze-van der Honing, F. Martelli, R. Johne, J.

- Reetz, R. G. Ulrich, N. Pavio, W. H. Van der Poel and M. Banks. Hepatitis E virus in pork liver sausage, France. *Emerg Infect Dis.* 2013; 19: 264-266
- 19 食品安全委員会. 食品健康影響評価のためのリスクプロファイル: 鶏肉を主とする畜産物中のカンピロバクター・ジェジュニ/コリ. 2006
- 20 A. A. Baer, M. J. Miller and A. C. Dilger. Pathogens of Interest to the Pork Industry: A Review of Research on Interventions to Assure Food Safety. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety.* 2013; 12: 183–217
- 21 食品安全委員会. 平成 21 年度食品安全確保総合調査 「食品により媒介される感染症等に関する文献調査報告書」 11. カンピロバクター. 2010
- 22 新版獣医臨床寄生虫学編集委員会編. 新版 獣医臨床寄生虫学: 産業動物編. 文永堂出版. 1995
- 23 小俣吉孝. トキソプラズマ症: 原虫病シリーズ 3. *Small Animal Clinic.* 2007; 147: 10-17
- 24 厚生労働省監修. 食品衛生検査指針 微生物編 厚生労働省監修 2004
- 25 熱帯病治療薬研究班. 寄生虫症薬物治療の手引き. – 2014 –. 改訂第 8.1 版. 厚生労働科学研究費補助金・医療技術実用化総合研究事業. 「わが国における熱帯病・寄生虫症の最適な診断治療体制の構築」. 2014
- 26 今泉清. 人畜共通伝染病と食品衛生 食肉および乳に起因する人畜共通伝染病. *食品衛生学雑誌.* 1967; 8: 299-306
- 27 E. Pozio. Searching for *Trichinella*: not all pigs are created equal. *Trends Parasitol.* 2014; 30: 4-11
- 28 B. Devleesschauwer, N. Praet, N. Speybroeck, P. R. Torgerson, J. A. Haagsma, K. De Smet, K. D. Murrell, E. Pozio and P. Dorny. The low global burden of trichinellosis: evidence and implications. *Int J Parasitol.* 2014
- 29 食品安全委員会. 平成 22 年度食品安全確保総合調査 「食品により媒介される感染症等に関する文献調査報告書」. 2011
- 30 E. B. Haagsma, A. P. van den Berg, R. J. Porte, C. A. Benne, H. Vennema, J. H. J. Reimerink and M. P. G. Koopmans. Chronic hepatitis E virus infection in liver transplant recipients. *Liver Transpl.* 2008; 14: 547-553
- 31 A. Kenfak-Foguena, F. Schöni-Affolter, P. Bürgisser, A. Witteck, K. E. A. Darling, H. Kovari, L. Kaiser, J. M. Evison, L. Elzi, V. Gurter-De La Fuente, J. Jost, D. Moradpour, F. Abravanel, J. Izopet, M. Cavassini and L. S. Data Center of the Swiss HIV Cohort Study. Hepatitis E Virus seroprevalence and chronic infections in patients with HIV, Switzerland. *Emerg Infect Dis.* 2011; 17: 1074-1078
- 32 A. Gauss, J. J. Wenzel, C. Flechtenmacher, M. H. Navid, C. Eisenbach, W. Jilg, W. Stremmel and P. Schnitzler. Chronic hepatitis E virus infection in a patient with leukemia and elevated transaminases: a case report. *J Med Case Rep.* 2012; 6: 334

- 33 A. R. Feagins, T. Opriessnig, D. K. Guenette, P. G. Halbur and X. J. Meng. Inactivation of infectious hepatitis E virus present in commercial pig livers sold in local grocery stores in the United States. *Int J Food Microbiol.* 2008; 123: 32-37
- 34 WHO. Global Alert and Response (GAR) Hepatitis E.
- 35 D. Boccia, J. P. Guthmann, H. Klovstad, N. Hamid, M. Tatay, I. Ciglenecki, J. Y. Nizou, E. Nicand and P. J. Guerin. High mortality associated with an outbreak of hepatitis E among displaced persons in Darfur, Sudan. *Clin Infect Dis.* 2006; 42: 1679-1684
- 36 Y. V. Irene and K. Vaneet. HEV infection in pregnancy. *J Obstet Gynecol India.* 2006; 56: 146-148
- 37 熊谷一郎, 葛西幸穂, 宮坂昭生, 妻神重彦, 遠藤龍人, 阿部弘一, 滝川康裕, 鈴木一幸, 岡本宏明. E型肝炎の重症例. *肝胆膵.* 2005; 51: 61-67
- 38 R. Gerolami, P. Borentain, F. Raissouni, A. Motte, C. Solas and P. Colson. Treatment of severe acute hepatitis E by ribavirin. *J Clin Virol.* 2011; 52: 60-62
- 39 岡本宏明. 経口感染する肝炎ウイルス (A型、E型) の感染防止、遺伝的多様性、および治療に関する研究. 厚生労働科学研究費補助金 肝炎等克服緊急対策研究事業. 2012; 平成21年度～平成23年度 総合研究報告書
- 40 D. M. Yugo and X. J. Meng. Hepatitis E virus: foodborne, waterborne and zoonotic transmission. *Int J Environ Res Public Health.* 2013; 10: 4507-4533
- 41 M. Bouwknegt, S. A. Rutjes and A. M. de Roda Husman. Hepatitis E virus risk profile: Identifying potential animal, food and water sources for human infection. 2009; RIVM Report 330291001/2009
- 42 M. Bouwknegt, P. F. Teunis, K. Frankena, M. C. M. de Jong and A. M. de Roda Husman. Estimation of the likelihood of fecal-oral HEV transmission among pigs. *Risk Anal.* 2011; 31: 940-950
- 43 S. A. Tsarev, T. S. Tsareva, S. U. Emerson, P. O. Yarbough, L. J. Legters, T. Moskal and R. H. Purcell. Infectivity titration of a prototype strain of Hepatitis E virus in *Cynomolgus* monkeys. *J Med Virol.* 1994; 43: 135-142
- 44 FAO/WHO. Risk assessments of *Salmonella* in eggs and broiler chickens. Microbiological risk assessment series 2. 2002
- 45 食品安全委員会. ガミスロマイシンを有効成分とする牛の注射剤 (ザクトラン) の承認に係る薬剤耐性菌に関する食品健康影響評価. 2014
- 46 R. E. Black, M. M. Levine, M. L. Clements, T. P. Hughes and M. J. Blaser. Experimental *Campylobacter jejuni* infection in humans. *J Infect Dis.* 1988; 157: 472-479
- 47 D. A. Robinson. Infective dose of *Campylobacter jejuni* in milk. *Br Med J (Clin Res Ed).* 1981; 282: 1584

- 48 R. Lake, A. Hudson and P. Cressey. NZFSA Risk Profile: *Toxoplasma gondii* in red meat and meat products. 2002
- 49 J. B. W. J. Cornelissen, J. W. B. van der Giessen, K. Takumi, P. F. M. Teunis and H. J. V. Wisselink. An experimental *Toxoplasma gondii* dose response challenge model to study therapeutic or vaccine efficacy in cats. PLoS One. 2014; 9: e104740
- 50 EFSA. Risk assessment of a revised inspection of slaughter animals in areas with low prevalence of *Trichinella*. The EFSA Journal. 2005; 200: 1-41
- 51 P. F. M. Teunis, M. Koningstein, K. Takumi and J. W. B. van der Giessen. Human beings are highly susceptible to low doses of *Trichinella* spp. Epidemiol Infect. 2011; 140: 210-218
- 52 IASR 26. 2005; 10
- 53 厚生労働省／国立感染症研究所. 感染症発生動向調査事業. 2009
- 54 厚生労働省／国立感染症研究所. 感染症発生動向調査事業. 2010
- 55 厚生労働省／国立感染症研究所. 感染症発生動向調査事業. 2011
- 56 厚生労働省／国立感染症研究所. 感染症発生動向調査事業. 2012
- 57 厚生労働省／国立感染症研究所. 感染症発生動向調査事業. 2008
- 58 阿部敏紀, 相川達也, 赤羽賢浩, 新井雅裕, 朝比奈靖浩, 新敷吉成, 茶山一彰 他. 本邦に於ける E 型肝炎ウイルス感染の統計学的・疫学的・ウイルス学的特徴：全国集計 254 例に基づく解析. 肝臓. 2006; 47: 384-391
- 59 国立感染症研究所. 特集関連情報. 人獣共通感染症としての E 型肝炎. IASR. 2014; 35: 4
- 60 新井雅裕, 橋本直明, 宮川浩, 阿部敏紀, 山中太郎, 柴田実, 阿部夏生, 高橋和明, 三代俊治. 京浜地区 E 型肝炎国内感染例 10 例の疫学的特徴と HEV 分離株塩基配列. 肝臓. 2005; 46: 224-225
- 61 加藤将, 種市幸二, 松林圭二. 焼肉店での会食後に発生した E 型肝炎ウイルス集団感染：うち 1 例は劇症肝炎で死亡. 肝臓 2004 年. 第 45 巻 12 号. 2004; 45: 688
- 62 相川達也, 山縣邦彦, 宮本久仁子, 津田文男, 高橋雅春, 岡本宏明. 本邦初の妊婦に於ける 3 型土着株による E 型肝炎. 肝臓. 2009; 50: 163-165
- 63 小関至, 姜貞憲, 水尾仁志, 赤池淳, 大村卓味, 狩野吉康, 松居剛志 他. 2009 年秋に札幌圏で発生した E 型肝炎小流行の臨床的・ウイルス学的・分子疫学的解析. 肝臓. 2012; 53: 78-89
- 64 H. Matsuda, K. Okada, K. Takahashi and S. Mishiro. Severe hepatitis E virus infection after ingestion of uncooked liver from a wild boar. J Infect Dis. 2003; 188: 944
- 65 J. Masuda, K. Yano, Y. Tamada, Y. Takii, M. Ito, K. Omagari and S. Kohno. Acute hepatitis E of a man who consumed wild boar meat prior to the onset of illness in Nagasaki, Japan. Hepatol Res. 2005; 31: 178-183

- 66 上平孝史, 矢野公士, 玉田陽子, 松本武浩, 宮里 賢, 長岡進矢 他. 著明な血小板減少を呈した E 型急性肝炎の 1 例. 日本消化器病学会雑誌. 2008; 105: 841-846
- 67 江藤良樹, 石橋哲也, 世良暢之, 千々和勝己, 倉田賢生, 篠原裕治, 李天成 他. 野生イノシシ肉からの E 型肝炎ウイルス (HEV) 感染事例—福岡県. IASR. 2005; 26: 265-266
- 68 川村欣也, 小林良正, 高橋和明, 早田謙一, 住吉信一, 川田一仁, 他. 静岡県西部地区で発生したシカ生肉またはイノシシ生肝摂食後の E 型急性肝炎 3 例. 肝臓. 2010; 51: 418-424
- 69 北嶋直人, 瀬尾靖, 矢野嘉彦, 林祥剛, 安倍夏生, 新井雅裕, 高橋和明, 三代俊治. 兵庫県における HEV 感染実態調査 (最終報告) . 神緑会学術誌. 2011; 27:210-212
- 70 Y. Tamada, K. Yano, H. Yatsushashi, O. Inoue, F. Mawatari and H. Ishibashi. Consumption of wild boar linked to cases of hepatitis E. J Hepatol. 2004; 40: 869-870
- 71 三代俊治. E 型肝炎ウイルスに関する最近の話題 : 我国に於いて近頃目覚ましき動物から人への感染. ウイルス. 2004; 54: 243-248
- 72 寺田修三, 国立裕之, 高橋和明. イノシシ肝の喫食による重症 E 型肝炎の一例. 治療学. 2010; 44: 1046-1049
- 73 木村 宏. 日本小児感染症学会若手会員研修会第 4 回安曇野セミナー 先天性・周産期感染症の実態調査 小児感染免疫. 2013; 25: 471-472
- 74 FAO/WHO. MULTICRITERIA-BASED RANKING FOR RISK MANAGEMENT OF FOODBORNE PARASITES. Report of a Joint FAO/WHO Expert Meeting, 3-7 September 2012. 2014
- 75 P. S. Mead, L. Slutsker, V. Dietz, L. F. McCaig, J. S. Bresee, C. Shapiro, P. M. Griffin and R. V. Tauxe. Food-related illness and death in the United States. Emerg Infect Dis. 1999; 5: 607-625
- 76 E. Scallan, R. M. Hoekstra, F. J. Angulo, R. V. Tauxe, M. A. Widdowson, S. L. Roy, J. L. Jones and P. M. Griffin. Foodborne illness acquired in the United States--major pathogens. Emerg Infect Dis. 2011; 17: 7-15
- 77 山口富雄. 旋毛虫症の感染に関する最近の知見. 日獣会誌. 1984; 37: 73-78
- 78 山口富雄. 日本における旋毛虫ならびに旋毛虫症. 南江堂. 1989
- 79 杉山明. ツキノワグマ生食によるトリヒナ症の集団発生事例. 三重県科学技術振興センター衛生研究所. 1982
- 80 戸谷徹造, 前野芳正, 長瀬啓三, 佐野温子. 我国におけるブタ生食摂取による旋毛虫症の輸入第 1 例. 藤田学園医学会誌. 1985; 9: 369-372
- 81 加來浩器. 蠕虫感染症. AIRIS. 2013; 12 月
- 82 佐々木博, 堂上慎也, 佐々木晴敏, 中川博, 熊本隆, 中村三千男, 中村玄. 旋毛虫症と思われる 1 症例. 広島医学. 1987; 40: 192
- 83 塩田恒三, 有菌直樹, 吉岡徹郎, 石川和弘, 藤竹純子, 藤井逸人, 立岡良久 ,

- 金龍起. 強い筋炎症状を呈した輸入旋毛虫症の 1 例. 感染症学雑誌. 1999; 73: 76-81
- 84 中村哲也, 三浦聡之, 中岡隆志, 長野功, 高橋優三, 岩本愛吉. 自然経過で軽快した旋毛虫症の 1 例. 感染症学会誌. 2003; 77: 839-843
- 85 前田卓哉, 藤井毅, 岩本愛吉, 長野功, 吳志良, 高橋優三. スッポンを感染源とする旋毛虫症の集団発生. Clinical Parasitology. 2009; 20: 37-39
- 86 J. Kennedy, I. S. Blair, D. A. McDowell and D. J. Bolton. An investigation of the thermal inactivation of *Staphylococcus aureus* and the potential for increased thermotolerance as a result of chilled storage. J Appl Microbiol. 2005; 99: 1229-1235
- 87 A. Moorhead, P. E. Grunenwald, V. J. Dietz and P. M. Schantz. Trichinellosis in the United States, 1991-1996: declining but not gone. Am J Trop Med Hyg. 1999; 60: 66-69
- 88 P. Dorny, N. Praet, N. Deckers and S. Gabriel. Emerging food-borne parasites. Vet Parasitol. 2009; 163: 196-206
- 89 H. Yamasaki. Current status and perspectives of cysticercosis and taeniasis in Japan. Korean J Parasitol. 2013; 51: 19-29
- 90 F. J. Sorvillo, C. DeGiorgio and S. H. Waterman. Deaths from cysticercosis, United States. Emerg Infect Dis. 2007; 13: 230-235
- 91 R. Lozano, M. Naghavi, K. Foreman, S. Lim, K. Shibuya, V. Aboyans et.al. Global and regional mortality from 235 causes of death for 20 age groups in 1990 and 2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. Lancet. 2010; 380: 2095-2128
- 92 M. Takahashi, T. Nishizawa, H. Miyajima, Y. Gotanda, T. Iita, F. Tsuda and H. Okamoto. Swine hepatitis E virus strains in Japan form four phylogenetic clusters comparable with those of Japanese isolates of human hepatitis E virus. J Gen Virol. 2003; 84: 851-862
- 93 M. Takahashi, T. Nishizawa, T. Tanaka, B. Tsatsralt-Od, J. Inoue and H. Okamoto. Correlation between positivity for immunoglobulin A antibodies and viraemia of swine hepatitis E virus observed among farm pigs in Japan. J Gen Virol. 2005; 86: 1807-1813
- 94 原田誠也, 田中智之, 西村幸一, 大迫英夫, 吉岡健太, 石井孝司, 李天成. 熊本県におけるイノシシ、シカ及びブタの E 型肝炎ウイルス汚染実態調査. 厚生労働科学研究費補助金(食品の安全確保推進研究事業) 「食品中の病原ウイルスのリスク管理に関する研究」総合研究協力報告(平成 22~24 年度). 2013
- 95 田村務, 広川智香, 渡邊香奈子, 昆美也子, 後藤こず恵, 藤田慶一郎, 西川眞. 新潟県のと畜場出荷豚及び農場における豚の E 型肝炎ウイルスの保有状況. 新潟県保健環境科学研究所年報. 2008; 23: 103-106
- 96 川見祥代, 柚木幹弘, 山口照英, 生田和良, 荻原克郎. 出荷齢豚における E 型肝炎ウイルスの体内分布. 日本獣医学会学術集会 2011 年 9 月. 2011

- 97 I. Di Bartolo, M. Diez-Valcarce, P. Vasickova, P. Kralik, M. Hernandez, G. Angeloni, F. Ostanello, M. Bouwknecht, D. Rodriguez-Lazaro, I. Pavlik and F. M. Ruggeri. Hepatitis E virus in pork production chain in Czech Republic, Italy, and Spain, 2010. *Emerg Infect Dis.* 2012; 18: 1282-1289
- 98 Y. Kanai, M. Tsujikawa, M. Yunoki, S. Nishiyama, K. Ikuta and K. Hagiwara. Long-term shedding of hepatitis E virus in the feces of pigs infected naturally, born to sows with and without maternal antibodies. *J Med Virol.* 2010; 82: 69-76
- 99 K. Hagiwara, Y. Iwabu, Y. Kanai, T. Miyasho, T. Daidoji, M. Yunoki, M. Tsujikawa et al. Distribution and Propagation of Hepatitis E Virus in Experimentally Infected Swine. *The Open Veterinary Science Journal.* 2007; 1: 1-6
- 100 恒光裕. E 型肝炎ウイルス実験感染豚臓器中のウイルス量. 平成 16 年度厚生労働科学研究費補助金（食の安全性高度化推進研究事業）分担研究報告書. 2004; 33-36
- 101 M. Bouwknecht, S. A. Rutjes, C. B. Reusken, N. Stockhofe-Zurwieden, K. Frankena, M. C. de Jong, A. M. de Roda Husman and W. H. van der Poel. The course of hepatitis E virus infection in pigs after contact-infection and intravenous inoculation. *BMC Vet Res.* 2009; 5: 7
- 102 E. Barnaud, S. Rogee, P. Garry, N. Rose and N. Pavio. Thermal inactivation of infectious hepatitis E virus in experimentally contaminated food. *Appl Environ Microbiol.* 2012; 78: 5153-5159
- 103 A. Schielke, M. Filter, B. Appel and R. Johne. Thermal stability of hepatitis E virus assessed by a molecular biological approach. *Virol J.* 2011; 8: 487
- 104 池田徹也, 森本洋, 玉手直人, 清水俊一, 熊田洋行, 駒込理佳, 久保亜希子, 山口敬治. 食品の食中毒菌汚染実態調査. 北海道立衛生研究所報. 2007; 57:73-75
- 105 齊藤志保子, 八柳潤, 今野貴之. 秋田県における食中毒起因菌の侵淫実態と分離株の性状に関する調査研究. 秋田県健康環境センター年報. 2006; 2:49-56
- 106 C. L. Little, J. F. Richardson, R. J. Owen, E. de Pinna and E. J. Threlfall. *Campylobacter* and *Salmonella* in raw red meats in the United Kingdom: prevalence, characterization and antimicrobial resistance pattern, 2003-2005. *Food Microbiol.* 2008; 25: 538-543
- 107 星野麻衣子, 仲村直美, 唐沢麗子, 新井礼子. と畜場搬入豚のサルモネラ属菌およびカンピロバクター属菌保菌状況調査. 新潟県長岡食肉衛生検査センター. 2013
- 108 亀山芳彦, 佐藤容平, 野崎恵子, 後藤判友. *Campylobacter* による豚の胆嚢内胆汁汚染の検討について. 岐阜県食肉衛生研究所. 2014
- 109 金子麻里, 大内敏, 小笠原徹. とちく場搬入豚におけるトキソプラズマ抗体調査. 北海道獣医師会雑誌. 2004; 48

- 110 K. Matsuo, R. Kamai, H. Uetsu, H. Goto, Y. Takashima and K. Nagamune. Seroprevalence of *Toxoplasma gondii* infection in cattle, horses, pigs and chickens in Japan. *Parasitol Int.* 2014; 63: 638-639
- 111 全国食肉衛生検査所協議会. II 検査対象疾病 20 トキソプラズマ病 新・食肉検査マニュアル. 中央法規出版. 2011; 209-216
- 112 山崎浩. 食品の寄生虫汚染の実態調査と疫学情報に基づくリスク評価手法の開発 食品安全委員会 食品健康影響評価 技術研究報告書. 2014
- 113 FSA. A critical review of the effects of heat, pH and water activity on the survival of hepatitis A and E viruses. A Report to the United Kingdom Food Standards Agency. 2014
- 114 ANSES. Request to assess the risks related to contamination of delicatessen meats products derived from raw pork liver with hepatitis E virus (HEV). ANSES Opinion Request No. 2012-SA-0012. 2013
- 115 李天成. 「食品中のウイルスの制御に関する研究」(主任研究者 野田衛): 分担研究「E 型肝炎ウイルス遺伝子型間の安定性の比較」. 平成 21 年度厚生労働科学研究費補助金(食品の安心・安全確保推進研究事業). 2010; 平成 21 年度総括・分担研究報告書: 75-77
- 116 S. U. Emerson, V. A. Arankalle and R. H. Purcell. Thermal stability of hepatitis E virus. *J Infect Dis.* 2005; 192: 930-933
- 117 S. Rogée, N. Talbot, T. Caperna, J. Bouquet, E. Barnaud and N. Pavio. New models of hepatitis E virus replication in human and porcine hepatocyte cell lines. *J Gen Virol.* 2013; 94: 549-558
- 118 M. Yunoki, S. Yamamoto, H. Tanaka, H. Nishigaki, Y. Tanaka, A. Nishida, J. Adan-Kubo, M. Tsujikawa, S. Hattori, T. Urayama, M. Yoshikawa, I. Yamamoto, K. Hagiwara and K. Ikuta. Extent of hepatitis E virus elimination is affected by stabilizers present in plasma products and pore size of nanofilters. *Vox Sang.* 2008; 95: 94-100
- 119 T. Tanaka, M. Takahashi, E. Kusano and H. Okamoto. Development and evaluation of an efficient cell-culture system for Hepatitis E virus. *J Gen Virol.* 2007; 88: 903-911
- 120 李天成. 「食品中のウイルスの制御に関する研究」(主任研究者 武田直和): 分担研究「E 型肝炎ウイルスの安定性の検討」. 平成 20 年度厚生労働科学研究費補助金(食品の安心・安全確保推進研究事業). 2009; 平成 20 年度総括・分担研究報告書: 65-67
- 121 R. Huang, D. Li, S. Wei, Q. Li, X. Yuan, L. Geng, X. Li and M. Liu. Cell culture of sporadic hepatitis E virus in China. *Clin Diagn Lab Immunol.* 1999; 6: 729-733
- 122 T. H. Jones and V. Muehlhauser. Effect of handling and storage conditions and stabilizing agent on the recovery of viral RNA from oral fluid of pigs. *J Virol Methods.* 2014; 198: 26-31

- 123 EFSA. Scientific Opinion on an update on the present knowledge on the occurrence and control of foodborne viruses. The EFSA Journal. 2011; 9: 1-96
- 124 Centre for Food Safety, Food and Environmental Hygiene Department The Government of the Hong Kong Special Administrative Region. HEPATITIS E VIRUS IN FRESH PIG LIVERS. Risk Assessment Studies Report No. 44. 2010
- 125 USDA. Cooking Temperature for Ground Pork, Beef, Veal, Lamb remains at 160 °F. 2011
- 126 ICMSF. Microorganisms in Foods 5. Kluwer academic/plenum publishers. 1996; 240
- 127 C. O. Gill and L. M. Harris. Survival and growth of *Campylobacter fetus* subsp. *jejuni* on meat and in cooked foods. Appl Environ Microbiol. 1982; 44: 259-263
- 128 ICMSF. Microorganisms in Foods 5. Kluwer academic/plenum publishers 1996; 52-53
- 129 小林昭夫. 10. トキソプラズマ症. 大鶴正満、亀谷 了、林 滋生 監修, 日本における寄生虫学の研究 第6巻. 1999
- 130 National pork Board. Pork Safety Fact Sheet : *Toxoplasma*.
- 131 J. P. Dubey, A. W. Kotula, A. Sharar, C. D. Andrews and D. S. Lindsay. Effect of high temperature on infectivity of *Toxoplasma gondii* tissue cysts in pork. J Parasitol. 1990; 76: 201-204
- 132 A. W. Kotula, K. D. Murrell, L. Acosta-Stein, L. Lamb and L. Douglass. *Trichinella spiralis*: Effect of high temperature on infectivity in pork. Exp Parasitol. 1983; 56: 15-19
- 133 EFSA. Opinion of the Scientific Panel on Biological Hazards on the suitability and details of freezing methods to allow human consumption of meat infected with *Trichinella* or *Cysticercus*. The EFSA Journal. 2004; 142: 1-51
- 134 ICT Standards for Control Guidelines Committee. Recommendations on methods for the control of *Trichinella* in domestic and wild animals Intended for human consumption. 2007
- 135 National pork Board. Pork Safety Fact Sheet : *Trichinella*.
- 136 ICMSF. Microorganisms in Foods 5. Kluwer academic/plenum publishers. 1996; 193-197
- 137 Public Health Agency of Canada. Pathogen safety data sheet - Infectious substances - TAENIA SOLIUM. 2012
- 138 The Center for Food Security and Public Health. *Taenia* Infections. 2005; 1-8
- 139 Food Safety Authority of Ireland FAQs. Hepatitis E Virus and Food. 2014

- 140 USDA. Food thermometers are key to food safety. 2006
- 141 日本調理科学会加熱調理研究委員会 余熱研究グループ. 肉類の加熱における余熱の有効利用. 日本調理科学会誌. 2011; 44: 72-78
- 142 日本調理科学会近畿支部 焼く分科会. ハンバーグステーキ焼成時の内部温度（腸管出血性大腸菌 O157 に関連して）（第 2 報）材料および混合方法の違いが内部温度に及ぼす影響. 日本調理科学会誌. 1999; 32: 346-351
- 143 大塚佳代子, 小林直樹, 森田幸雄, 宮坂次郎, 和栗敦, 楠原一, 工藤由起子. 焼肉調理における腸管出血性大腸菌の生残の解析. 食品衛生学雑誌. 2014; 55: 79-87
- 144 H. R. Gamble. Parasites associated with pork and pork products. Rev Sci Tech. Off. int. Epiz. 1997; 16: 496-506
- 145 Joint FAO/WHO Food Standards Programme. CODEX Alimentarius Commission. Report of the Forty-Fifth session of the CODEX committee on food hygiene. Ha Noi, Viet Nam, 11-15 November 2013. Appendix III proposed draft guidelines for the control of *Trichinella* spp. in meat of suidae (At Step 5/8)
- 146 厚生労働省. 「食品摂取頻度・摂取量調査の特別集計業務」 報告書. 平成 22 年度 受託事業 （厚生労働省医薬食品局食品安全部基準審査課）. 2011
- 147 食品安全委員会. 平成 18 年度食品安全確保総合調査「食品により媒介される微生物に関する食品健康影響評価に係る情報収集調査」 報告書.. 2007

豚の食肉の生食に係る食品健康影響評価に関する審議結果(案)についての御意見・情報の募集結果について

1. 実施期間 平成27年1月8日～平成27年2月6日
2. 提出方法 インターネット、ファックス、郵送
3. 提出状況 3通
4. 御意見及びそれに対する微生物・ウイルス専門調査会の回答

	御意見	微生物・ウイルス専門調査会の回答
1	豚肉の生食に係る健康影響評価に対する審議結果については、一般に消費する肉類の中では豚肉への依存度は高く、消費量も多いことから国民全般に大変重要な事で、承知すべきことだと思います。生食自体は少ないものと思われませんが、しゃぶしゃぶでもハンバーグなどでも半生状態で、殺菌等の効果に疑問が生じる可能性もあり、広く一般に審査結果を公表すべきかと思います。 また、最近はジビエ料理も増えつつあり一層徹底すべきかと。	御意見をいただきありがとうございます。今回の評価結果については、いただいた御意見も参考としつつ、Q&Aにおいて適切に記述するとともに、関係省庁と連携しながらリスクコミュニケーションや注意喚起に努めてまいります。
2	SPF 豚を無菌豚等と称して非加熱で喫食している事例があるようですが、SPF 豚の作成方法から考えても HEV 感染リスクは存在するため（地方自治体および業界団体の日本 SPF 豚協会も web サイトで注意喚起をしている）Q&A 等で SPF を含め安全に生食できる豚肉はない旨注意喚起を行ってはどうでしょうか。	
3	26 頁に「(上記表 10 の事例(2)について)」とあるが、表 11 ではないのか。	御意見をいただきありがとうございます。ご指摘を踏まえて修正しました。

微生物・ウイルス・寄生虫「豚の食肉の生食に係る食品健康影響評価」
評価書の変更点

修正箇所	食品安全委員会第550回会合資料 (変更後)	意見・情報の募集時の資料 (変更前)
P 26、表 1 2 の タイトル中	(上記表 <u>1 1</u> の事例②について)	(上記表 <u>1 0</u> の事例②について)
P 39、L 4	と畜 <u>検査結果</u> に基づく頭数は近年、	と畜場法に基づく報告頭数は近年、
P 59、L 9	上記のと通りの加熱条件で HEV の不活化 <u>を示唆する</u> 知見もあること、	上記のとおり、 <u>中心部を 63℃ 30 分間の加 熱条件で HEV の不活化が確認される</u> 知見 もあること、
P 59、L ↑15	食肉の部位や大きさ等により変わってくる ため、一律の加熱殺菌条件を示すことは現 時点では困難である。	食肉の部位や大きさ等により変わってくる ため、 <u>これらについて</u> 一律の加熱殺菌条件 を示すことは現時点では困難である。
P 63 <略語一 覧>表中	「ALOP」、「FSO」、「PC」及び「PO」に ついて、項目を追加。	