

日本太陽エネルギー学会

<http://wwwsoc.nii.ac.jp/jses/>

日本地熱学会 <http://wwwsoc.nii.ac.jp/grsj/>

日本伝熱学会

<http://www.htsj.or.jp/index-j.html>

日本冷凍空調学会 <http://www.jsrae.or.jp/>

■協会・工業会など

ESCO 推進協議会 <http://www.jaesco.gr.jp/>

→<http://www.jaesco.gr.jp/report1-2.pdf> (P.5)

IEA ヒートポンプセンター

<http://www.heatpumpcentre.org/>

Japanese Flame Research Committee(JFRC)

<http://www.ifrf.net/>

NEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構)

<http://www.nedo.go.jp/index.html>

NEDO 情報センター

<http://www.nedo.go.jp/nedo-info/>

UNEP (国連環境計画)

<http://www.unep.org/>

エネルギー環境教育情報センター

<http://www.icee.gr.jp/icee/icee.htm>

平成22年度厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）  
分担研究報告書

4. 湿度環境とインフルエンザに関する文献調査

分担研究者 中館 俊夫 昭和大学医学部 教授

研究要旨

昨年度の研究結果を踏まえ、湿度環境とインフルエンザに関する最新の知見について、文献調査の範囲を過去10年に拡大して実施し、国内外の文献を収集した。PubMedを用いた英文文献の検索では24編、医学中央雑誌の検索で和文18編を収集し、文献リストを作成した。またこのうち特に重要であると考えられる文献について、共通の整理用フォームを作成し、その内容を整理・記述した。建築物環境衛生管理上の観点から特に注目すべき最近の報告としては、インフルエンザウイルスの伝播様式に関するもの、感染を促進する要因としての湿度の指標に関するもの、人間集団におけるインフルエンザ流行パターンの地域差に関するものの3つの分野に集約することができた。

研究協力者

飯泉 恭一 昭和大学医学部助教  
畑 春実 昭和大学医学部助教

A. 研究目的

昨年度は、新型インフルエンザの発生と世界的な流行が見られたこともあり、建築物内を場とするインフルエンザの流行を考慮して、とくに湿度管理を中心とした建築物環境衛生管理という観点から、インフルエンザに関する国内外の最新の報告を収集した。今年度は文献検索の範囲を拡大し、最近10年間の報告を中心に文献を収集・整理して論文リストを作成し、また建築物環境管理の観点上とくに重要と考えられる論点を抽出し、昨年度の結果と合わせてレビューを作成することを最終的な目的として研究を行った。この報告書では論文リストの作成までを中心に報告し、レビューについては総合報告書の中で報告する。

B. 研究方法

国内および国外の医学文献データベースを利用した文献検索を行い、検索された文献のタイトルと抄録（Abstract）に基づいて目的に合致した文献を選択して文献リストを作成するとともに、そのフルペーパーのコピーを収集した。また収集された文献を主たる内容から整理し、その中で特に重要と思われる文献については、あ

らかじめ作成した整理用フォームを用いて内容をまとめた。検索の対象とする文献の範囲は、原著論文だけでなく、総説や解説も含めてできるだけ広くとったが、会議録は除外した。国内（和文）文献は医学中央雑誌（以下、医中誌と略）のデータベースを利用した。海外の出版を含め英文文献のデータベース検索には、米国国立医学図書館が提供するPubMedを用いた。"インフルエンザ"、"インフルエンザウイルス"。"湿度"などのキーワードにより探索的に検索を行った。発表年は2001年以降の10年間を原則としたが、収集された文献に関連する重要な文献はそれ以前のものであっても合わせて収集した。

C. 研究結果

インフルデータベース検索とそれに基づく二次的な検索結果を含めて、英文文献24編、和文文献19編を収集した。また昨年度の収集文献も含めこのうち英文24、和文18については特に重要であると考え、整理用フォームに基づいて各文献ごとに内容を整理した。以下に、収集文献のリストとして書誌情報と抄録を記載する。

文献1. Tang, J. W.; Tambyah, P. A.; Lai, F. Y.; Lee, H. K.; Lee, C. K.; Loh, T. P.; Chiu, L.; Koay, E. S. (2010) Differing symptom patterns in early pandemic vs seasonal influenza infections Archives of internal medicine. 170 (10):861-7.

Abstract : BACKGROUND: Singapore is a tropical country with a temperature range of 23 degrees C to

35 degrees C and relative humidity of 48% to 100% throughout the year. Influenza incidence peaks in June through July and November through January, though influenza cases can be detected throughout the year. METHODS: Between May 1 and July 28, 2009, a novel dual-gene diagnostic polymerase chain reaction assay targeting the hemagglutinin (HA) and nucleoprotein (NP) genes of the new influenza A(H1N1/2009) virus was specifically designed for enhanced influenza surveillance using nasopharyngeal swabs collected from symptomatic patients (including their close contacts) and returning travelers returning from influenza A(H1N1/2009)-affected areas, presenting to affiliated primary care clinics as well as the main hospital emergency department. RESULTS: From the week of June 16 to June 23, 2009, this pandemic influenza A(H1N1/2009) displaced and then replaced the seasonal influenzas (H3N2, H1N1, and B). Of 2683 samples tested during this 12-week surveillance period, 742 (27.6%) were positive for any influenza virus using this assay, with 547 cases of A(H1N1/2009) (20.4%), 167 cases of A(H3N2) (6.2%), 14 cases of A(H1N1) (0.5%), and 12 cases of influenza B (0.4%). Results of multivariate analysis showed that age ( $P < .001$ ), fever ( $P < .001$ ), cough ( $P < .001$ ), sore throat ( $P = .002$ ), rhinorrhea ( $P = .001$ ), and dyspnea ( $P < .001$ ) were significantly different among these groups. CONCLUSIONS: From this large prospective study, there was a lower incidence of fever and dyspnea in patients with pandemic influenza A(H1N1/2009) infection. Similar to reports from elsewhere, it was also found that this pandemic virus tends to infect younger people, though with fewer symptoms, on average, than seasonal influenza. Early pandemic influenza A(H1N1/2009) infections appeared to be slightly milder than seasonal influenza as indicated by different symptom patterns in the presentation of more than 500 cases of influenza A(H1N1/2009) during April through July to a large teaching hospital in Singapore.

文献2. Tang, J. W.;Lai, F. Y.;Wong, F.;Hon, K. L. (2010) Incidence of common respiratory viral infections related to climate factors in hospitalized children in Hong Kong *Epidemiology and infection.* 138 (2):226-35

Abstract : Hong Kong has a subtropical climate and an influenza seasonality lying approximately mid-way (March-June) between those of the Northern (November-March) and Southern (June-September) hemispheres. Respiratory syncytial virus (RSV) shares a similar seasonality to that of influenza in Hong Kong and is another important respiratory infection of childhood. Daily virus incidence data from public hospitals in Hong Kong's New Territory East Cluster, together with Hong Kong climate data were obtained for 2000-2007. Statistical time-series analysis using monthly time windows showed that influenza A and RSV incidence increased with higher environmental relative humidity, whereas influenza B incidence decreased with higher environmental temperatures. The other climate variables (including vapour pressure as a measure of absolute humidity) were not significantly related to the incidence of these respiratory viruses. Data from this study further reinforces the concept that the relationship between climate factors and respiratory virus incidence differ between subtropical/tropical and temperate countries.

文献3. Soebiyanto, R. P.;Adimi, F.;Kiang, R. K. (2010) Modeling and predicting seasonal influenza transmission in warm regions using climatological parameters *PloS one.* 5 (3):e9450

Abstract : BACKGROUND: Influenza transmission is often associated with climatic factors. As the epidemic pattern varies geographically, the roles of climatic factors may not be unique. Previous in vivo studies revealed the direct effect of winter-like humidity on air-borne influenza transmission that dominates in regions with temperate climate, while influenza in the tropics is more effectively transmitted through direct contact. METHODOLOGY/PRINCIPAL FINDINGS: Using time series model, we analyzed the role of

climatic factors on the epidemiology of influenza transmission in two regions characterized by warm climate: Hong Kong (China) and Maricopa County (Arizona, USA). These two regions have comparable temperature but distinctly different rainfall. Specifically we employed Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) model along with climatic parameters as measured from ground stations and NASA satellites. Our studies showed that including the climatic variables as input series result in models with better performance than the univariate model where the influenza cases depend only on its past values and error signal. The best model for Hong Kong influenza was obtained when Land Surface Temperature (LST), rainfall and relative humidity were included as input series. Meanwhile for Maricopa County we found that including either maximum atmospheric pressure or mean air temperature gave the most improvement in the model performances.

**CONCLUSIONS/SIGNIFICANCE:** Our results showed that including the environmental variables generally increases the prediction capability. Therefore, for countries without advanced influenza surveillance systems, environmental variables can be used for estimating influenza transmission at present and in the near future.

文献4. Shaman, J.;Pitzer, V. E.;Viboud, C.;Grenfell, B. T.;Lipsitch, M. (2010) Absolute humidity and the seasonal onset of influenza in the continental United States *PLoS biology*. 8 (2):e1000316

Abstract : Much of the observed wintertime increase of mortality in temperate regions is attributed to seasonal influenza. A recent reanalysis of laboratory experiments indicates that absolute humidity strongly modulates the airborne survival and transmission of the influenza virus. Here, we extend these findings to the human population level, showing that the onset of increased wintertime influenza-related mortality in the United States is associated with anomalously low absolute humidity levels during the prior weeks. We then use an epidemiological model, in which observed absolute humidity conditions temper influenza transmission

rates, to successfully simulate the seasonal cycle of observed influenza-related mortality. The model results indicate that direct modulation of influenza transmissibility by absolute humidity alone is sufficient to produce this observed seasonality. These findings provide epidemiological support for the hypothesis that absolute humidity drives seasonal variations of influenza transmission in temperate regions.

文献5. Minhaz Ud-Dean, S. M. (2010) Structural explanation for the effect of humidity on persistence of airborne virus: seasonality of influenza *Journal of theoretical biology*. 264 (3):822-9

Abstract : Seasonal variation of infectious diseases is one of the oldest observations in epidemiology, most particularly for Influenza and other respiratory viral infections. The reason for this seasonality is poorly understood, despite the profound importance of these infections as communicable diseases capable of causing global epidemics. Environmental factors including relative humidity, vapor pressure and temperature are known to affect seasonal virus survival and transmission. Immunological status of the host and evolution of the virus have also been proposed to be the reason behind the cyclic recurrence. The molecular basis of these effects or their interplay with biological factors has not been reported before. Here a theoretical analysis shows that the structure of the viral envelope determines its persistence and transmission in various environmental conditions. Physico-chemical properties of the virus particles and their interaction with atmospheric processes along with the availability and susceptibility of hosts generates the conspicuous seasonality prevalent in the temperate zones and the apparent lack of it in the tropics. Additionally this model can estimate virus transmission in different weather conditions. This model may help to determine the right actions effective in preventing outbreaks of the flu-like respiratory viruses.

文献6. McDevitt, J.;Rudnick, S.;First, M.;Spengler, J. (2010) Role of absolute humidity in the

inactivation of influenza viruses on stainless steel surfaces at elevated temperatures *Applied and environmental microbiology*. 76 (12):3943-7

Abstract : Influenza virus has been found to persist in the environment for hours to days, allowing for secondary transmission of influenza via inanimate objects known as fomites. We evaluated the efficacy of heat and moisture for the decontamination of surfaces for the purpose of preventing of the spread of influenza. Aqueous suspensions of influenza A virus were deposited onto stainless steel coupons, allowed to dry under ambient conditions, and exposed to temperatures of 55 degrees C, 60 degrees C, or 65 degrees C and relative humidity (RH) of 25%, 50%, or 75% for up to 1 h. Quantitative virus assays were performed on the solution used to wash the viruses from these coupons, and results were compared with the solution used to wash coupons treated similarly but left under ambient conditions. Inactivation of influenza virus on surfaces increased with increasing temperature, RH, and exposure time. Reductions of greater than 5 logs of influenza virus on surfaces were achieved at temperatures of 60 and 65 degrees C, exposure times of 30 and 60 min, and RH of 50 and 75%. Our data also suggest that absolute humidity is a better predictor of surface inactivation than RH and allows the prediction of survival using two parameters rather than three. Modest amounts of heat and adequate moisture can provide effective disinfection of surfaces while not harming surfaces, electrical systems, or mechanical components, leaving no harmful residues behind after treatment and requiring a relatively short amount of time.

文献 7. Hanley, B. P.;Borup, B. (2010) Aerosol influenza transmission risk contours: a study of humid tropics versus winter temperate zone *Virology journal*. 7:98

Abstract : BACKGROUND: In recent years, much attention has been given to the spread of influenza around the world. With the continuing human outbreak of H5N1 beginning in 2003 and the H1N1 pandemic in 2009, focus on influenza and other respiratory viruses has been increased. It has been

accepted for decades that international travel via jet aircraft is a major vector for global spread of influenza, and epidemiological differences between tropical and temperate regions observed. Thus we wanted to study how indoor environmental conditions (enclosed locations) in the tropics and winter temperate zones contribute to the aerosol spread of influenza by travelers. To this end, a survey consisting of 632 readings of temperature (T) versus relative humidity (RH) in 389 different enclosed locations air travelers are likely to visit in 8 tropical nations were compared to 102 such readings in 2 Australian cities, including ground transport, hotels, shops, offices and other publicly accessible locations, along with 586 time course readings from aircraft. RESULTS: An influenza transmission risk contour map was developed for T versus RH. Empirical equations were created for estimating: 1. risk relative to temperature and RH, and 2. time parameterized influenza transmission risk. Using the transmission risk contours and equations, transmission risk for each country's locations was compared with influenza reports from the countries. Higher risk enclosed locations in the tropics included new automobile transport, luxury buses, luxury hotels, and bank branches. Most temperate locations were high risk. CONCLUSION: Environmental control is recommended for public health mitigation focused on higher risk enclosed locations. Public health can make use of the methods developed to track potential vulnerability to aerosol influenza. The methods presented can also be used in influenza modeling. Accounting for differential aerosol transmission using T and RH can potentially explain anomalies of influenza epidemiology in addition to seasonality in temperate climates.

文献 8. Casanova, L. M.;Jeon, S.;Rutala, W. A.;Weber, D. J.;Sobsey, M. D. (2010) Effects of air temperature and relative humidity on coronavirus survival on surfaces *Applied and environmental microbiology*. 76 (9):2712-7

Abstract : Assessment of the risks posed by severe acute respiratory syndrome (SARS) coronavirus (SARS-CoV) on surfaces requires data on survival

of this virus on environmental surfaces and on how survival is affected by environmental variables, such as air temperature (AT) and relative humidity (RH). The use of surrogate viruses has the potential to overcome the challenges of working with SARS-CoV and to increase the available data on coronavirus survival on surfaces. Two potential surrogates were evaluated in this study; transmissible gastroenteritis virus (TGEV) and mouse hepatitis virus (MHV) were used to determine effects of AT and RH on the survival of coronaviruses on stainless steel. At 4 degrees C, infectious virus persisted for as long as 28 days, and the lowest level of inactivation occurred at 20% RH. Inactivation was more rapid at 20 degrees C than at 4 degrees C at all humidity levels; the viruses persisted for 5 to 28 days, and the slowest inactivation occurred at low RH. Both viruses were inactivated more rapidly at 40 degrees C than at 20 degrees C. The relationship between inactivation and RH was not monotonic, and there was greater survival or a greater protective effect at low RH (20%) and high RH (80%) than at moderate RH (50%). There was also evidence of an interaction between AT and RH. The results show that when high numbers of viruses are deposited, TGEV and MHV may survive for days on surfaces at ATs and RHs typical of indoor environments. TGEV and MHV could serve as conservative surrogates for modeling exposure, the risk of transmission, and control measures for pathogenic enveloped viruses, such as SARS-CoV and influenza virus, on health care surfaces.

文献 9. Baillie, J. (2010) Controlled humidity could hit flu hard Health estate. 64 (2):53-7

Abstract : With regular flu outbreaks a significant concern and cost/resource drain for the NHS, Vapac Humidity Control, reportedly the UK's only manufacturer of specialist humidifier equipment for hospital use, is highlighting a recently published US study which it says backs over 60 years' evidence that carefully controlling humidity in operating theatres and wards could significantly reduce transmission and survival of both the influenza virus, and potentially also other infection and virus-causing

organisms. Jonathan Baillie reports.

文献 10. Zuk, T.;Rakowski, F.;Radomski, J. P. (2009) A model of influenza virus spread as a function of temperature and humidity Computational biology and chemistry. 33 (2):176-80

Abstract : The influence that atmospheric conditions might have on the efficiency of the spread of influenza virus is important for epidemiological and evolutionary research. However, it has not been satisfactorily recognized and quantified so far. Here we provide a statistical model of influenza transmission between individuals. It has been derived from the results of recent experiments, which involved infecting guinea pigs with influenza at various temperatures and relative air humidity levels. The wide range of transmission rates in those experiments reflects the ensemble-independent phenomena. The correlation between most of our simulations and the experimental results is satisfactory. For several different conditions, we obtained transmissibility values which seem to be sufficiently accurate to provide partial input for an intended large-scale epidemiological study in the near future.

文献 11. Zuk, T.;Rakowski, F.;Radomski, J. P. (2009) Probabilistic model of influenza virus transmissibility at various temperature and humidity conditions Computational biology and chemistry. 33 (4):339-43

Abstract : The spread efficiency of influenza virus is significantly affected by several environmental parameters. However, neither the underlying reasons, nor the exact character and magnitude of the phenomena involved are sufficiently well understood. Here we present a probabilistic approach to the virus transmission events. For a sample ensemble, we construct a model of the infectivity as a function of the ambient conditions, and we determine its parameter values on the basis of the available experimental data.

文献 12. Tellier, R. (2009) Aerosol transmission of influenza A virus: a review of new studies Journal of the Royal Society, Interface / the Royal Society. 6

Abstract : Over the past few years, prompted by pandemic preparedness initiatives, the debate over the modes of transmission of influenza has been rekindled and several reviews have appeared. Arguments supporting an important role for aerosol transmission that were reviewed included prolonged survival of the virus in aerosol suspensions, demonstration of the low infectious dose required for aerosol transmission in human volunteers, and clinical and epidemiological observations were disentanglements of large droplets and aerosol transmission was possible. Since these reviews were published, several new studies have been done and generated new data. These include direct demonstration of the presence of influenza viruses in aerosolized droplets from the tidal breathing of infected persons and in the air of an emergency department; the establishment of the guinea pig model for influenza transmission, where it was shown that aerosol transmission is important and probably modulated by temperature and humidity; the demonstration of some genetic determinants of airborne transmission of influenza viruses as assessed using the ferret model; and mathematical modelling studies that strongly support the aerosol route. These recent results and their implication for infection control of influenza are discussed in this review.

文献 13. Shaman, J.;Pitzer, V.;Viboud, C.;Lipsitch, M.;Grenfell, B. (2009) Absolute humidity and the seasonal onset of influenza in the continental US PLoS currents. Influenza.RRN1138

Abstract : Much of the observed wintertime increase of mortality in temperate regions is attributed to seasonal influenza. A recent re-analysis of laboratory experiments indicates that absolute humidity strongly modulates the airborne survival and transmission of the influenza virus. Here we extend these findings to the human population level, showing that the onset of increased wintertime influenza-related mortality in the United States is associated with anomalously low absolute humidity levels during the prior weeks. We then use an

epidemiological model, in which observed absolute humidity conditions temper influenza transmission rates, to successfully simulate the seasonal cycle of observed influenza-related mortality. The model results indicate that direct modulation of influenza transmissibility by absolute humidity alone is sufficient to produce this observed seasonality. These findings provide epidemiological support for the hypothesis that absolute humidity drives seasonal variations of influenza transmission in temperate regions.

文献 14. Shaman, J.;Kohn, M. (2009) Absolute humidity modulates influenza survival, transmission, and seasonality Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 106 (9):3243-8

Abstract : Influenza A incidence peaks during winter in temperate regions. The basis for this pronounced seasonality is not understood, nor is it well documented how influenza A transmission principally occurs. Previous studies indicate that relative humidity (RH) affects both influenza virus transmission (IVT) and influenza virus survival (IVS). Here, we reanalyze these data to explore the effects of absolute humidity on IVT and IVS. We find that absolute humidity (AH) constrains both transmission efficiency and IVS much more significantly than RH. In the studies presented, 50% of IVT variability and 90% of IVS variability are explained by AH, whereas, respectively, only 12% and 36% are explained by RH. In temperate regions, both outdoor and indoor AH possess a strong seasonal cycle that minimizes in winter. This seasonal cycle is consistent with a wintertime increase in IVS and IVT and may explain the seasonality of influenza. Thus, differences in AH provide a single, coherent, more physically sound explanation for the observed variability of IVS, IVT and influenza seasonality in temperate regions. This hypothesis can be further tested through future, additional laboratory, epidemiological and modeling studies.

文献 15. Lowen, A.;Palese, P. (2009) Transmission of influenza virus in temperate zones is predominantly by aerosol, in the tropics by contact: a hypothesis PLoS currents. Influenza.RRN1002

Abstract : Using the guinea pig model, we have previously shown that the aerosol transmission of a seasonal human influenza virus is blocked by humid (80% relative humidity) or warm (30 degrees C) ambient conditions. In contrast, we found that transmission by a contact route proceeded at high efficiency despite increased temperature or humidity. Based on these findings, and the observed seasonal behavior of influenza viruses in various regions of the world, we hypothesize herein that the predominant mode of influenza virus transmission differs in temperate and tropical climates. Specifically, we predict that aerosol transmission predominates during the winter season in temperate regions, while contact is the major mode of spread in the tropics. With this idea in mind, possible explanations for the current summer-time spread of swine-origin influenza viruses are discussed.

文献 16. du Prel, J. B.;Puppe, W.;Grondahl, B.;Knuf, M.;Weigl, J. A.;Schaaff, F.;Schmitt, H. J. (2009) Are meteorological parameters associated with acute respiratory tract infections? Clinical infectious diseases : an official publication of the Infectious Diseases Society of America. 49 (6):861-8

Abstract : BACKGROUND: Information on the onset of epidemics of acute respiratory tract infections (ARIs) is useful in timing preventive strategies (eg, the passive immunization of high-risk infants against respiratory syncytial virus [RSV]). Aiming at better predictions of the seasonal activity of ARI pathogens, we investigated the influence of climate on hospitalizations for ARIs. METHODS: Samples obtained from 3044 children hospitalized with ARIs in Mainz, Germany, were tested for pathogens with a multiplex reverse-transcriptase polymerase chain reaction enzyme-linked immunosorbent assay from 2001 through 2006. Hospitalizations for ARIs were correlated with

meteorological parameters recorded at the University of Mainz. The frequency of hospitalization for RSV infection was predicted on the basis of multiple time series analysis. RESULTS: Influenza A, RSV, and adenovirus were correlated with temperature and rhinovirus to relative humidity. In a time series model that included seasonal and climatic conditions, RSV-associated hospitalizations were predictable. CONCLUSIONS: Seasonality of certain ARI pathogens can be explained by meteorological influences. The model presented herein is a first step toward predicting annual RSV epidemics using weather forecast data.

文献 17. Lowen, A. C.;Mubareka, S.;Steel, J.;Palese, P. (2007) Influenza virus transmission is dependent on relative humidity and temperature PLoS pathogens. 3 (10):1470-6

Abstract : Using the guinea pig as a model host, we show that aerosol spread of influenza virus is dependent upon both ambient relative humidity and temperature. Twenty experiments performed at relative humidities from 20% to 80% and 5 degrees C, 20 degrees C, or 30 degrees C indicated that both cold and dry conditions favor transmission. The relationship between transmission via aerosols and relative humidity at 20 degrees C is similar to that previously reported for the stability of influenza viruses (except at high relative humidity, 80%), implying that the effects of humidity act largely at the level of the virus particle. For infected guinea pigs housed at 5 degrees C, the duration of peak shedding was approximately 40 h longer than that of animals housed at 20 degrees C; this increased shedding likely accounts for the enhanced transmission seen at 5 degrees C. To investigate the mechanism permitting prolonged viral growth, expression levels in the upper respiratory tract of several innate immune mediators were determined. Innate responses proved to be comparable between animals housed at 5 degrees C and 20 degrees C, suggesting that cold temperature (5 degrees C) does not impair the innate immune response in this system. Although the seasonal epidemiology of influenza is well characterized, the underlying reasons for



predominant wintertime spread are not clear. We provide direct, experimental evidence to support the role of weather conditions in the dynamics of influenza and thereby address a long-standing question fundamental to the understanding of influenza epidemiology and evolution.

文献 18. Watson, M.;Gilmour, R.;Menzies, R.;Ferson, M.;McIntyre, P. (2006) The association of respiratory viruses, temperature, and other climatic parameters with the incidence of invasive pneumococcal disease in Sydney, Australia *Clinical infectious diseases : an official publication of the Infectious Diseases Society of America.* 42 (2):211-5

Abstract : BACKGROUND: Increases in incidence of invasive pneumococcal disease (IPD) during the colder months of the year in temperate regions are well recognized, but few detailed studies of possible interactions are available. We examined the relationship between virus activity, climatic parameters, and IPD during a winter in which there were separate peak incidences of influenza and respiratory syncytial virus (RSV) infection. METHODS: We performed an ecological study that correlated population-based data on IPD and respiratory virus activity in the year 2000 in metropolitan New South Wales, Australia, with climatic parameters, including weekly mean maximum and minimum temperature, relative humidity, rainfall, and wind speed. RESULTS: In children, RSV activity was significantly positively correlated with IPD activity ( $r = 0.578$ ;  $P = .002$ ) but not with influenza virus activity. There was a weak inverse relationship between parainfluenza virus activity and IPD activity ( $r = -0.401$ ;  $P = .043$ ) and a stronger inverse relationship between weekly mean maximum temperature ( $r = -0.458$ ;  $P = .001$ ), weekly mean minimum temperature ( $r = -0.437$ ;  $P = .001$ ), and IPD activity. In adults, there was no significant correlation between RSV or influenza virus activity alone and IPD, but the combination of RSV and influenza was significantly correlated with IPD ( $r = 0.481$ ;  $P = .013$ ). CONCLUSIONS: This study suggests that RSV infection and influenza contribute

to IPD incidence peaks differently for children than for adults. Data from other geographic areas and more rigorous study designs are required to confirm these findings.

文献 19. Dowell, S. F.;Ho, M. S. (2004) Seasonality of infectious diseases and severe acute respiratory syndrome-what we don't know can hurt us *The Lancet infectious diseases.* 4 (11):704-8

Abstract : The novel severe acute respiratory syndrome (SARS) coronavirus caused severe disease and heavy economic losses before apparently coming under complete control. Our understanding of the forces driving seasonal disappearance and recurrence of infectious diseases remains fragmentary, thus limiting any predictions about whether, or when, SARS will recur. It is true that most established respiratory pathogens of human beings recur in wintertime, but a new appreciation for the high burden of disease in tropical areas reinforces questions about explanations resting solely on cold air or low humidity. Seasonal variation in host physiology may also contribute. Newly emergent zoonotic diseases such as ebola or pandemic strains of influenza have recurred in unpredictable patterns. Most established coronaviruses exhibit winter seasonality, with a unique ability to establish persistent infections in a minority of infected animals. Because SARS coronavirus RNA can be detected in the stool of some individuals for at least 9 weeks, recurrence of SARS from persistently shedding human or animal reservoirs is biologically plausible.

文献 20. Dosseh, A.;Ndiaye, K.;Spiegel, A.;Sagna, M.;Mathiot, C. (2000) Epidemiological and virological influenza survey in Dakar, Senegal: 1996-1998 *The American journal of tropical medicine and hygiene.* 62 (5):639-43

Abstract : An influenza survey was conducted in seven sentinel sites in Dakar, Senegal from June 1996 to December 1998. Throat or nasal swab cultures were randomly collected from 804 patients suffering from influenza-like symptoms. Influenza viruses were isolated at a similar proportion in adults and in children ( $P = 0.29$ ). Strains of influenza B

viruses were isolated from sporadic cases in 1997, whereas type A virus was associated with an isolated peak. Proportions of influenza virus isolation varied from 17.5% to 40.0% between 1996 and 1998 during the peak period (July/September) of acute respiratory infection in Dakar. Rainfall, humidity, and temperatures rose during the same period. Influenza in Dakar seems to be an-all-age groups respiratory infection characterized by high transmission during the hot and rainy season. The antigenic similarity of the A(H3N2) and B viruses to those circulating elsewhere in the world at the same time was confirmed. However, the A(H1N1) strains were found to be more closely related to an Asiatic strain which had not been isolated outside Asia previously. Consequently, the strain close to the A(H1N1)/Wuhan/371/95 strain isolated in Dakar was included in the composition of the 1998/1999 influenza vaccine. This reinforces the importance of setting up a national influenza control strategy in tropical regions.

文献 21. Chew, F. T.;Dorasingham, S.;Ling, A. E.;Kumarasinghe, G.;Lee, B. W. (1998) Seasonal trends of viral respiratory tract infections in the tropics *Epidemiology and infection.* 121 (1):121-8

Abstract : To evaluate the seasonal trends of viral respiratory tract infections in a tropical environment, a retrospective survey of laboratory virus isolation, serology and immunofluorescence microscopy in two large general hospitals in Singapore between September 1990 and September 1994 was carried out. Respiratory tract viral outbreaks, particularly among infants who required hospitalization, were found to be associated mainly with respiratory syncytial (RSV) infections (72%), influenza (11%) and parainfluenza viruses (11%). Consistent seasonal variations in viral infections were observed only with RSV (March-August) and influenza A virus (peaks in June, December-January). The RSV trends were associated with higher environmental temperature, lower relative humidity and higher maximal day-to-day temperature variation. Although the influenza A outbreaks were not associated with meteorological factors, influenza B isolates were

positively associated with rainfall. These data support the existence of seasonal trends of viral respiratory tract infections in the tropics.

文献 22. Jakeman, K. J.;Sweet, C. (1996) Summer outbreaks of influenza *The Journal of infectious diseases.* 174 (3):674-5

Abstract : PubMed 上になし

文献 23. Gerone, P. J.;Couch, R. B.;Knight, V. (1971) Aerosol inoculator for exposure of human volunteers *Applied microbiology.* 22 (5):899-903

Abstract : The performance of an aerosol inoculator for human volunteers is described in tests that used the PR8 strain of type A influenza virus and sodium fluorescein as a physical tracer. Virus recovery from the aerosols was approximately 1% and was unaffected by such variables as prolonged aerosolization, total airflow, relative humidity, or method of sampling. The recovery of sodium fluorescein from the aerosol was approximately 12% and was influenced by total airflow rates and relative humidity. With this apparatus, it should be possible to deliver reasonably predictable and measurable doses of respiratory viruses to human subjects. The design makes it possible to dismantle the inoculator into its component parts to facilitate portability.

文献 24. Kingdon, K. H. (1960) Relative humidity and air-borne infections *The American review of respiratory disease.* 81:504-12

Abstract : PubMed 上になし

文献 25. 安岡彰(2010) 【インフルエンザ】 家庭・職場での感染対策 *最新医学* 65(1):86-90

Abstract : インフルエンザの感染対策は、飛沫感染対策と間接触感染対策の2つが挙げられる。飛沫対策としては、(1)飛沫を発生させないよう、感染者がマスクを着用し咳エチケットを励行する、(2)他人との近接した接触を減らすとともに、濃厚接触時にはサージカルマスクを着用する、などがある。間接触対策としては、(1)頻回の手指消毒(手洗い)、(2)外出中に口や鼻・眼に触れないようにすること、(3)よく触れる環境の清掃・消毒、などが挙げられる。(著者抄録)

文献26. 分部美香(2009) 高齢者福祉施設における加湿器の有効利用への提言 インフルエンザ予防のために 生活と環境 54(8):76-80

Abstract: 高齢者福祉施設において、インフルエンザ予防のための加湿器の有効利用について検討した。高齢者福祉施設43施設に対し、郵送によるアンケート調査を行った。39施設から回答を得た。インフルエンザ予防に湿度管理が重要であることは、ほとんどの施設において認識していたが、日頃から湿度の値を記録し、湿度管理に役立てている施設は少なかった。また、高齢者福祉施設においては加湿器が空調設備に組み込まれている施設はほとんどなく、多くの施設で加湿については卓上型加湿器を利用していた。現場における湿度調査からは、高齢者福祉施設において建築物衛生法の管理基準である相対湿度40%~70%を満たしている時間帯は少ないことが分かった。多くの気化式加湿器で内部の加湿フィルターにスケールが付着し、機能低下していた。

文献27. 中山幹男;齊藤恵子(2009) インフルエンザウイルスの感染価に及ぼす相対湿度の影響 バムサ会誌 20(3):77-80

Abstract: インフルエンザウイルスの感染性に対する相対湿度(R.h.)の影響について検討した。ウイルスを感染させたイヌ肝臓細胞の培養液上清を凍結乾燥させてバイアル瓶に入れ、密閉チャンパー内で温度、r.h.を様々に設定して曝露させた後、ウイルス感染価測定に供した。その結果、18°Cではr.h. 29%でウイルス感染価の減少が小さく、3時間曝露では40%でも1/100にとどまり、r.h. 50%で1/10000となった。5時間後ではr.h. 40~70%で3時間に比較して更に1/10に低下した。26°Cの3時間曝露では、r.h. 32%で1/100, 40%で1/1000, 50%で1/10000に減少した。5時間後はr.h. 32%以上で更に1/10に低下した。31°Cの3時間曝露では、r.h. 25%で1/100, 30%で1/100000に低下し、5時間後でもこの値は変わらなかった。赤血球凝集価を測定したところ、18°C、5時間でr.h.はほとんど影響を及ぼさなかったが、26°Cではr.h. 40%で1/16に低下し、50%では凝集活性が消失した。31°Cではr.h. 30%で1/2に低下し、40%で消失した。

文献28. 高山幸男(2008) 沖縄のインフルエンザ流行事情 夏季の流行は地球温暖化の影響か? 滋賀医学 :5-14

Abstract: 過去の沖縄のインフルエンザの流行の程度を国立感染症研究所の感染症発生動向調査週報(IDWR)の定点当たり報告数で調べ、インフルエンザの流行状況と気象との関係を検討した。沖縄県において04~05年から3シーズン夏期にインフルエンザの流行があった。その原因として、亜熱帯のタイにみるように、地球温暖化により沖縄が亜熱帯気候になったためという推論が成り立つ。沖縄の温暖化の状況を過去25年間で比較すると、平均気温が0.8°C高くなったのに比べ、絶対湿度は0.4g/m<sup>3</sup>低下した。沖縄が「じめっとした」暑さではなく「からっとした」暑さに向かっていることが、乾燥を好むインフルエンザ流行にプラスとなる要因であると考えられた。

文献29. 原田誠三郎;福山正文;庄司眞;天野憲一(2008) 2003/2004シーズンに秋田県内で分離されたインフルエンザウイルスの抗原分析とインフルエンザ流行における絶対湿度の役割 環境と病気 17(1-2):15-20

Abstract: 秋田県内における2003/2004年のインフルエンザ流行シーズンに分離されたウイルスの抗原分析を赤血球凝集抑制試験で行った。また、県内の大館市、秋田市および横手市におけるウイルス分離からその流行における絶対湿度との関連性について検討し、以下の結果が得られた。1)2003/2004年のインフルエンザ流行シーズン中に、インフルエンザウイルスが分離されたのは72人(男性41人・女性31人)で、その中でインフルエンザワクチン接種を受けていたのは15人(20.8%)であった。2)秋田県内において分離されたインフルエンザウイルスは主にA/熊本/102/02(H3N2)類似株であった。また、B/ヨハネスバーグ/5/99株類似ウイルスも大館市と湯沢市で分離された。3)大館市、秋田市、および横手市でインフルエンザウイルスA型(H1N1・H3N2)並びにB型が分離された時は、絶対湿度2.6g/m<sup>3</sup>から5.6g/m<sup>3</sup>の範囲であった。4)インフルエンザの流行は、時間と場所によって異なるので、インフルエンザ流行と絶対湿度の関連性をさらに検討する必要がある。(著者抄録)

文献30. 蟹江健介;豊浦麻記子(2008) 夏のイン

フルエンザ 外来小児科 11(2):135-142

**Abstract:** 沖縄県における夏のインフルエンザ流行の原因を検討した。沖縄県では2002年, 2005年, 2006年の気温が高く, 降水量が多い夏にインフルエンザが流行した。2001/2002年シーズン, 2004/2005年シーズンは冬と夏の主な亜型が異なり, 2005/2006年シーズンは冬と夏の主な亜型が完全に異なっていた。また, クーラー使用の学校で発生したとの報告もあり, 7月下旬には流行のピークが収束した。夏のインフルエンザ流行の原因は不明であるが, 同シーズンにおけるウイルス抗原の変異, 宿主の免疫低下, 高温多湿環境による閉鎖空間でのヒト-ヒト伝播等が複雑に関与しているのではないかと思われた。

文献31. 谷恵(2007) 高齢者福祉施設における温湿度実態と加湿方法の検討 生活と環境 52(4):87-90

**Abstract:** 高齢者福祉施設で冬季にインフルエンザの流行と関わりが深い温湿度管理に焦点を絞り, 適正な湿度を確保するための加湿方法の検討を行った。居室の場合, その容積等から必要加湿量を計算し, 能力のある卓上型加湿器を設置すれば適正な相対湿度の確保は可能であった。共用部は居室と比べ空気の容積が大きく, 卓上型加湿器で補うとなると数十台必要で, 施設内の食道や居室の容積等を計算し, それに見合った必要加湿量を確保可能な十分な能力のある加湿装置(据置き型等)を設置することが望ましかった。冬季には低温・低湿度により施設内も著しく乾燥し, 風邪やインフルエンザに患しやすく, インフルエンザウイルスが生存できない室内環境をつくるのが重要であった。

文献32. 水谷哲(2007) 【インフルエンザ 伝播抑止と制御】 インフルエンザの感染経路 医薬ジャーナル 43(11):2643-2646

**Abstract:** インフルエンザの主な感染経路は, 飛沫感染とする考えと, 空気感染とする考えがあるが, 結論は出ていない。湿度, 温度, 気流などの環境条件, 飛沫や飛沫核を発生させる処置, 環境表面での生存条件などが揃えば, 空気感染が起こり得る。空気感染事例の報告は少ないが, 動物実験例で空気感染は証明されている。新型インフルエンザは, 従来のインフルエンザよりも空気感染の関

与は高い可能性がある。感染予防対策は, 標準予防策に加え, 飛沫感染, 空気感染, 接触感染のすべての感染経路対策を実施する必要がある。(著者抄録)

文献33. 高山幸男(2007) 滋賀県では冬季に流行するインフルエンザがなぜ早く冬を迎える北から流行しないのか? 滋賀医学 :31-37

**Abstract:** 大阪府, 京都府, 滋賀県, 福井県を対象を絞ってインフルエンザの流行開始状況を気象因子と共に検討した。87~88年から05~06年の19シーズンを対象とし, 4県を比較しない滋賀県だけの一部データは83~84年から05~06年迄とした。インフルエンザの流行の程度は, 国立感染症研究所の感染症発生動向調査週報(IDWR)の定点あたり報告数によった。気象情報は気象庁のWebにより求めた。調査の結果, サーベイランス45~48週の平均最低気温は大阪府, 京都府, 滋賀県, 福井県の順に高く, その期間の平均絶対湿度は京都府, 大阪府, 滋賀県, 福井県の順に低かった。絶対湿度は各県間で有意差があり, 最低気温と絶対湿度の乖離が認められた。インフルエンザの流行開始は京都府, 大阪府, 滋賀県, 福井県の順に早く, 滋賀県と福井県を除き有意差が認められた。4県の流行開始の差に影響する要因として, 人口密度とサーベイランス45~48週の平均絶対湿度の差が考えられた。

文献34. 高山幸男(2006) 滋賀県のインフルエンザの流行と気象との関係について 感染症発生動向調査週報(Idwr)による, 22年間のインフルエンザの流行と特に絶対湿度, 最低気温との関係 滋賀医学 :1-18

**Abstract:** 1983年から22年間の国立感染症研究所感染症発生動向調査週報のデータと気象庁のデータから滋賀県におけるインフルエンザの流行と気象の関係を分析した。インフルエンザの流行開始はほとんどの年度で絶対湿度 $6\text{g}/\text{m}^3$ 未満になった時に生じ, 流行ピーク時の絶対湿度はほとんどが $4\sim 5\text{g}/\text{m}^3$ の範囲であった。絶対湿度 $6\text{g}/\text{m}^3$ 未満となった週から流行開始までの週がわかると流行ピークまでの週とおおまかな流行の規模を推測できた。絶対湿度 $6\text{g}/\text{m}^3$ は最低気温 $4^\circ\text{C}$ に相当し, シーズンによる差異は大きい最低気温 $4^\circ\text{C}$ 未満となってから平均4.2週で流行開始しさらに平均

4.2週で流行ピークとなった。流行の終息は絶対湿度 $7.8\text{g}/\text{m}^3$ で認め、インフルエンザB流行シーズンは終息が遅れる傾向にあった。室内気温 $21\sim 24^\circ\text{C}$ の快適な気温条件下では相対湿度を50%に保つことがインフルエンザ予防に効果があると思われた。

文献35. 加地正英(2006) 【インフルエンザ診療の新展開 パンデミックを視野に入れた戦略】 予防と対策 ワクチンとインフェクションコントロール インフルエンザの感染経路 内科 98(5):839-842

Abstract: インフルエンザの感染様式には、患者の咳やくしゃみにより直接気道に感染する飛沫感染と、小さい粒子が空中に浮遊し、それを吸入することにより感染する飛沫核感染がある。インフルエンザは冬季に流行するが、相対湿度の低下や気温環境が要因の一つである。しかし高湿度においても、インフルエンザの感染が広がる可能性がある。インフルエンザの感染防止を行うには、感染様式や感染環境に配慮して行う必要がある。(著者抄録)

文献36. 長谷川和夫;長谷川清子(2004) 当院4年間のデータに基づいたインフルエンザ発生と気温・湿度との関係 栃木県医学会々誌 :30-33

Abstract: 1999~2003年に経験したインフルエンザ224例および同期間に宇都宮市で発生した4972例のデータをもとに検討した。インフルエンザの発生には低気温だけでなく低湿度が関与しており、相対湿度よりも絶対湿度の関与が大きいことが示唆された。2001年からは治療にタミフルを使用し、有効であった。

文献37. 庄司眞;片山弘毅;高橋正人(2004)

Excelによるインフルエンザの流行予測(2) 日本におけるインフルエンザの流行予測 予測の根拠の妥当性と2003~2004シーズンの反省 臨床と研究 81(12):1991-2000

Abstract: Excelによるインフルエンザの流行予測について、その予測の根拠の妥当性と2003~2004シーズンの反省について報告した。1)空中に放出されたインフルエンザウイルスで、絶対湿度 $11\text{g}/\text{m}^3$ 以下が流行してよい湿度、 $7\text{g}/\text{m}^3$ 以下が流行に適した湿度とした場合、1990~91シーズンから

94~95シーズンでの検討では妥当であり、継続期間は全国一律14週間とするのは妥当でなく、小さい流行のときはメモで処理するのが妥当と考えられた。2)2003~2004シーズンでは、絶対湿度が $11\text{g}/\text{m}^3$ 以下となったのは第38週に北海道からであった。以後第40週からインフルエンザウイルスが検出され、2004年第19週で日本の流行が完全に終わった。流行の継続期間は、9~14週間の都道府県が39(83%),15週間以上継続は8(17%)で、流行の継続期間は9~14週間とするのが妥当と考えられた。

文献38. 原田誠三郎;生盛剛;庄司眞;福山正文;天野憲一(2004) 2001年から2002年の大館市及び秋田市における絶対湿度とインフルエンザ流行に関する調査研究 感染症学雑誌 78(5):411-419

Abstract: 気象因子の一つである絶対湿度とインフルエンザ流行期におけるウイルス分離の関係を把握する目的で秋田県北部の大館市及び県中央部の秋田市を選び、2001年から2002年の絶対湿度と同年に同地域で流行したインフルエンザのウイルス分離状況並びに患者発生状況について調査研究を行った。分離されたインフルエンザウイルスA型・B型は、絶対湿度 $2.7\sim 8.8\text{g}/\text{m}^3$ の範囲内で分離された。2002年に秋田市では、5月にインフルエンザウイルスが分離され絶対湿度は $9\text{g}/\text{m}^3$ 以下であった。よって、インフルエンザ流行は絶対湿度に相関し、 $9\text{g}/\text{m}^3$ 以下の期間にみられることが予想された。大館市、及び秋田市では、6時間後5%のインフルエンザウイルスが生存する絶対湿度 $10\text{g}/\text{m}^3$ の期間は1月から6月と10月から12月であった。

文献39. 原田誠三郎;生盛剛(2003) 自然環境要因(絶対湿度)からみたインフルエンザウイルスの通年動態 麻布大学雑誌 5880(03):61-62

Abstract: 秋田県内では、インフルエンザの発生は主に冬季に多くみられ、住民に対して大きな健康被害を与えている。このようなことから、自然環境要因(絶対湿度)からみたインフルエンザウイルスの通年動態の検証を試みた。また、健康福祉センター管内で、今年の5月上旬まで発生がみられた集団かぜについても検討した。絶対湿度 $2\sim 10$ の範囲でウイルスが分離され、年によってはその範囲が6月上旬までみられたことから、今後、県内では6月ごろにおいても同ウイルスによる集団かぜの発

生の可能性が推測された。

**文献40** Urashima Mitsuyoshi; Shindo Nahoko; Okabe Nobuhiko(2003) 東京におけるインフルエンザ患者数の変動に類似させた季節モデル (A Seasonal Model to Simulate Influenza Oscillation in Tokyo) Japanese Journal of Infectious Diseases 56(2):43-47

**Abstract:** 国立感染症研究所発行の感染症監視報告書と気象庁の資料を利用した解析。気象条件から 86 個の変数を選び、東京におけるインフルエンザ患者数の変動に類似したモデルを段階的多変量回帰解析により求めた。各週のインフルエンザ患者数は週間最高気温が 10℃以上の日が 2~3 日ある週では減少し、週間湿度が 60%以下の週では増加した。

**文献41.** 猿渡正子;青木聡;所光男(2001) 高齢者養護施設におけるインフルエンザ感染 岐阜県保健環境研究所報 12(9):35-40

**Abstract:** インフルエンザ患者発生シーズンに、県内3箇所の高齢者養護施設においてインフルエンザ感染状況を調査した。かぜ様患者の発生率それぞれ42.9%,15.0%,4.8%であった。発生率高かった2施設において患者の咽頭うがい液からインフルエンザウイルスが検出された。また、各施設内の温度湿度の平均値を比較したところ施設間に差が認められた。室温は0.7~7.4℃の差が見られ、絶対湿度は1.7~1.9g/m<sup>3</sup>の差があった。かぜ様症状発生率最も高かった施設の室内温度は23.8~24.7℃であり他施設より6~7.4℃高く、絶対湿度はもっとも低く5.1~5.4g/m<sup>3</sup>であった。

**文献42.** 庄司眞(1999) 【インフルエンザ】 季節とインフルエンザの流行 公衆衛生研究 48(4):282-290

**Abstract:** 季節とインフルエンザの流行を調べるため、季節の基準として季節に関係の深い絶対湿度をとり、温帯の日本で5地区について調べた。地域には地域特性がありインフルエンザは北海道、宮城県では絶対湿度5g/m<sup>3</sup>以下、鹿児島県では7g/m<sup>3</sup>以下、東京、沖縄県では10g/m<sup>3</sup>以下で流行がはじまっている。各々空中に放出されたインフルエンザウイルスが6時間後50%,20%及び5%生存する条件である。日本での流行している絶対湿度の最大公約数は10g/m<sup>3</sup>以下である。この条件を熱帯地方に

当てはめると、ザンビアで当てはまった熱帯地方でもザンビアでは乾季に絶対湿度が10g/m<sup>3</sup>以下になり、空中に放出されたウイルスが6時間後5%生存する条件であり、流行は沖縄県同様ウイルスが検出されれば起こってよい。現に流行は起こっている。

#### D.考察

本年度の検索で収集された文献に昨年度の収集文献も加え、その内容から整理した。新型インフルエンザを直接の研究対象とした文献は、今年度の検索でもごく少なく、症状の特徴を記述した1編のみであったが、従来からのウイルスも含めた一般的なインフルエンザ流行防止のための建築物環境衛生管理という観点から見ると、以下の3領域において多くの新たな報告がなされており、重要な領域であると考えられた。

- 1.インフルエンザの感染様式、とくにエアロゾル伝播に関する報告
  - 2.インフルエンザウイルス生存と環境湿度の関連において、湿度の指標に絶対湿度を用いた報告
  - 3.人間集団における流行パターン、とくに気象条件との関連における地域差に関する報告
- これらに該当する報告のうち、特に重要な文献について、共通の整理フォームを用いて内容を整理した。末尾にその中でもとくに重要と考えられる 2009 年以降の最新の文献について示した。

#### E.結論

文献検索の結果、インフルエンザ流行予防のために、建築物環境衛生という観点から考慮すべき重要な知見を報告している多数の文献が見出された。これらの内容を客観的に整理することで、衛生管理上利用可能な有益な情報が抽出できるものと考えられる。

#### F.研究発表

該当なし

参考資料：重要文献の整理用フォーム

文献番号	文献4	
書誌情報	Absolute Humidity and the Seasonal Onset of Influenza in the Continental United States Jeffrey Shaman, Virginia E. Pitzer, Cecile Viboud, Bryan T. Grenfell, Marc Lipsitch	
検索手段	PubMed 検索	
主たる目的	実験データの再解析で示唆される絶対湿度のインフルエンザウイルス生存率への影響を踏まえ、人間集団におけるインフルエンザ流行に対する絶対湿度の関連性を疫学的に検討する。	
研究の概要	研究方法区分	疫学・時系列モデル解析
	方法の詳細	インフルエンザによる死亡と絶対湿度の関連を時系列モデル分析。
	対象属性	1972～2002年の米国データ。主に5州（アリゾナ、フロリダ、イリノイ、ニューヨーク、ワシントン）のデータを解析し、全米に拡張している。
	湿度の考慮法	絶対湿度をインフルエンザ伝播の決定要因としてモデルに投入し、それに基づいて、インフルエンザ死亡に対するモデルの適合性を評価している。絶対湿度の情報は、National Centers for Environmental Prediction.National Center for Atmospheric Research (NCEP-NCAR) の情報から再計算して使用。地上2mの値。
	主なアウトカム	インフルエンザによる死亡
	その他特記事項	使用された統計モデルは、集団の免疫状況や伝播の効率などを考慮した感染症の理論疫学モデルである。
検討するウイルス区分	すべてのインフルエンザ。ただし米国の状況として、A型ではA-H1N1, およびA-H3N2が主であることが記載されている。	
結果	概要	米国における冬季のインフルエンザによる死亡の増加は、前週の異常な絶対湿度の低値と関連していた。絶対湿度がインフルエンザ伝播を調節する形の統計モデルによって、季節的なインフルエンザによる死亡の変動がうまく説明できた。この結果は、温帯地域においては絶対湿度によってインフルエンザ流行の季節性が生じるという仮説に対して、疫学的な支持を与えるものである。
	湿度との関連評価の記載	あり。絶対湿度が相対湿度よりもインフルエンザ流行に対する関連要因として重要であることが示唆される。
本レビューにおける総合評価	主要文献	
主要な図表	Table 1, Table 2	

**Table 1.** Association of daily anomalies in various environmental variables with wintertime influenza onset during 1972–2002 for the contiguous US.

Onset Threshold (Deaths/100,000/Day)	AH' (1,000*kg/kg)	RH' (%)	Temperature' (Kelvin)	Solar Radiation' (W/m <sup>2</sup> )
0.005	-0.138 (<0.00002)	-0.420 (0.00166)	-0.221 (0.00004)	0.431 (0.0397)
0.01	-0.124 (<0.00002)	-0.586 (0.00006)	-0.212 (0.00044)	0.547 (0.0068)
0.015	-0.114 (<0.00002)	-0.709 (<0.00002)	-0.178 (0.00398)	0.594 (0.0051)
0.02	-0.107 (<0.00002)	-0.639 (<0.00002)	-0.184 (0.00402)	0.316 (NS)

Four different onset thresholds are shown. Average values for each variable are for the period 4 to 0 wk prior to onset. Significance estimates based on bootstrapping are also shown in parentheses.

NS = not significant.

doi:10.1371/journal.pbio.1000316.t001

**Table 2.** Parameter combinations for the ten best-fit simulations at the Arizona, Florida, Illinois New York, and Washington state sites.

Rank	RMS Error	Correlation Coefficient ( <i>r</i> )	<i>L</i> (Years)	<i>D</i> (Days)	<i>R</i> <sub>0max</sub> (Persons/Person)	<i>R</i> <sub>0min</sub> (Persons/Person)	Scaling Factor (×1e-4)
1	0.0070	0.85	5.35	3.24	3.52	1.12	1.70
2	0.0070	0.85	5.40	2.41	2.89	1.16	1.92
3	0.0075	0.83	3.28	4.18	3.40	1.22	1.04
4	0.0075	0.82	3.70	2.03	2.05	1.15	1.85
5	0.0075	0.82	7.77	2.59	3.69	1.30	2.28
6	0.0076	0.82	6.23	2.37	2.71	1.23	2.28
7	0.0076	0.82	6.05	2.56	3.79	1.06	1.83
8	0.0076	0.82	4.61	2.71	2.61	1.29	1.70
9	0.0076	0.81	7.39	2.85	3.69	1.27	2.22
10	0.0076	0.81	3.58	3.61	3.19	1.20	1.18

Five thousand simulations were performed at each site with the parameters *R*<sub>0max</sub>, *R*<sub>0min</sub>, *D*, and *L* randomly chosen from within specified ranges. Best-fit simulations were selected for the five sites in aggregate based on RMS error after scaling the 31-y mean daily infection number to the 31-y mean observed daily excess P&I mortality rate at each site. The scaling factor itself, representing mortality per infection, is also shown.

doi:10.1371/journal.pbio.1000316.t002

文献番号	文献6	
書誌情報	Role of Absolute Humidity in the Inactivation of Influenza Viruses on Stainless Steel Surfaces at Elevated Temperatures James McDevitt,* Stephen Rudnick, Melvin First, and John Spengler APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY, June 2010, p. 3943.3947 Vol. 76, No. 12	
検索手段	PubMed 検索	
主たる目的	インフルエンザ流行防止の観点から、環境中に放出されたインフルエンザウイルスに対する加熱（温度）、加湿（湿度）の消毒効果を評価する。	
研究の概要	研究方法区分	実験・環境中ウイルス生存試験
	方法の詳細	ステンレス鋼板表面にウイルス含有水溶液を塗布、大気中で乾燥させる過程で、温度 55°C, 60°C, 65°C, 相対湿度(RH) 25%, 50%, 75% の条件下で 1 時間まで実験露し、ウイルスの定量的アッセイを実施した。温湿度負荷のない通常大気環境下をコントロールとしている。
	対象属性	一般的な環境でのウイルス付着を想定した実験条件
	湿度の考慮法	温度とともに実験的に 3 条件を負荷（相対湿度で 25, 50, 75%）



	主なアウトカム	ウイルスの生存率
	その他特記事項	実験的に湿度の効果を直接示し、絶対湿度の優越性を支持している。
検討するウイルス区分		A型インフルエンザウイルス
結果	概要	温度、RHが増加するほど、また時間経過が長いほどウイルスの不活化率は増大。5 logs を超えるウイルスの減少は、温度 60, 65°C, 経過時間 30, 60 分, 相対湿度 50, 75%で認められた。また相対湿度よりも絶対湿度のほうが不活化の予測因子として優れていた。中等度の熱と湿気は、ウイルスの不活化に有効であるとともに、器具に対して悪影響を及ぼさず、消毒後の残渣物もなく、所要時間も比較的少ないと考えられた。
	湿度との関連評価の記載	あり。ウイルスの不活化に関連する要因であり、絶対湿度のほうが相対湿度よりも優れた指標であると述べている。
本レビューにおける総合評価		主要文献
主要な図表		Table 1, Figure 1

TABLE 1. Reductions of influenza virus numbers on stainless steel surfaces at various exposure times, temperatures, and relative humidity levels

Temp (°C)	Time (min)	Mean (SD) log reduction at RH of:		
		25%	50%	75%
55	15	0.9 (0.2)	2.9 (0.1)	>4.4
	30	1.1 (0.3)	3.4 (0.3)	>4.4
	60	1.5 (0.1)	4.1 (0.1)	>4.4
60	15	1.2 (0.1)	4.1 (0.7)	>5.2
	30	1.5 (0.4)	>5.0	>5.2
	60	1.8 (0.2)	>5.0	>5.2
65	15	1.8 (0.2)	>5.1	>5.1
	30	2.2 (0.1)	>5.1	>5.1
	60	3.1 (0.2)	>5.1	>5.1

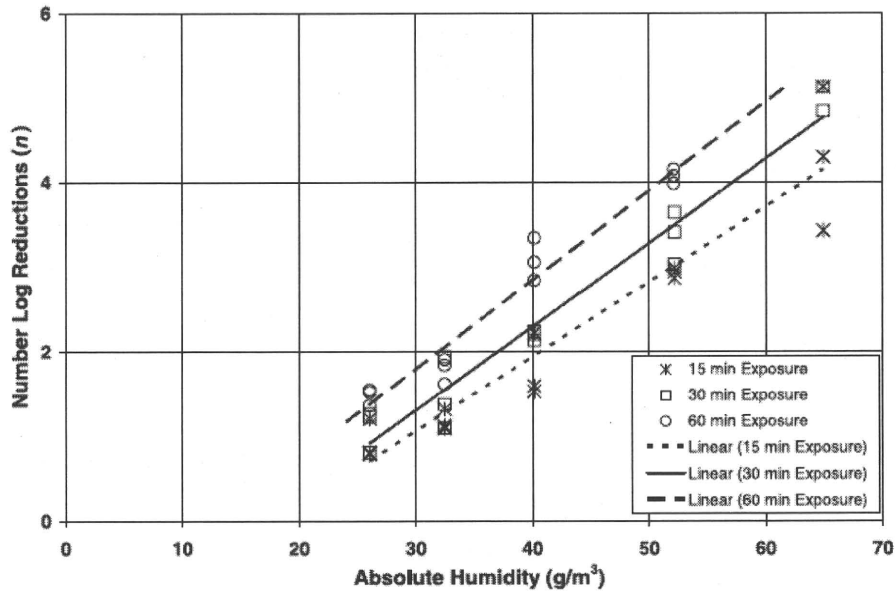


FIG. 1. Plot of log reductions of influenza virus on stainless steel surfaces as a function of absolute humidity for 15-, 30-, and 60-min exposure times.

文献番号	文献 12	
書誌情報	Aerosol transmission of influenza A virus: a review of new studies Raymond Tellier	
検索手段	PubMed 検索	
主たる目的	インフルエンザの伝播様式として、エアロゾル伝播の可能性・重要性について、既存の知見をレビューする。	
研究の概要	研究方法区分	文献レビュー
	方法の詳細	—
	対象属性	既存文献
	湿度の考慮法	—
	主なアウトカム	—
	その他特記事項	インフルエンザのパンデミックに対する対策を講ずる上で、伝播様式について再び議論が行われており、とくにエアロゾル伝播の重要性が認識されてきている。このレビューでは最新の知見を含めた議論が行われている。
検討するウイルス区分	とくに限定しない。	
結果	概要	インフルエンザの流行に際して、大きな液滴 (droplet) による飛沫感染だけでなく、空気中に滞留するエアロゾルに含まれるインフルエンザウイルスによる伝播が重要な役割を果たしているとの認識が広がりつつある。これは、エアロゾル中でウイルスが長時間生存すること、ヒト志願者曝露実験で、ウイルス量が少なくてもエアロゾル伝播が起こること、また臨床的、疫学的な知見に基づくものである。さらに最近、インフルエンザ感染者の通常呼気中にウイルスを含むエアロゾルが証明され、またモルモットを使った動物モデル実験で、エアロゾルによる伝播が証明

		されている。これらの新たな知見も含めて、エアロゾル伝播のインフルエンザ流行における重要性を示している。
	湿度との関連評価の記載	動物実験などの引用文献で記載あり。
本レビューにおける総合評価		主要文献
主要な図表		なし

文献番号		文献 14
書誌情報		Absolute humidity modulates influenza survival, transmission, and seasonality Jeffrey Shaman and Melvin Kohn PNAS
検索手段		PubMed 検索
主たる目的		既存研究 (Harper らの実験研究) データを再解析し、インフルエンザウイルス生存 (IVS), およびインフルエンザウイルス伝播 (IVT) に対する相対湿度の影響について、新たに絶対湿度との関連性を検討し、どちらがより関連の強い指標となるかを比較する。
研究の概要	研究方法区分	実験データの再解析
	方法の詳細	原典に記載されている温度、相対湿度の情報から絶対湿度を計算にて求め、IVS, IVT との関連を直線回帰分析等により検討し、相対湿度の場合と絶対湿度の場合とで、関連性の強さを比較している。
	対象属性	既存データの再解析 (実験データ)
	湿度の考慮法	IVS, IVT との直接の関連を単回帰分析により評価
	主なアウトカム	インフルエンザウイルスの生存率, 伝播率
	その他特記事項	特になし
検討するウイルス区分		A 型インフルエンザ
結果	概要	相対湿度 (RH) の場合に比べて、絶対湿度 (AH) を指標とすると、インフルエンザウイルスの生存率 (IVS) および伝播率 (IVT) との関連性が大きく向上した。すなわち回帰分析によるデータへの適合度を見ると、RH の場合は IVT で 12%, IVS で 36% であるのに対して、AH では IVT で 50%, IVS では 90% であった。温帯地域では一般に屋外でも屋内のいずれにおいても、絶対湿度は冬季に最低になるという強い季節性を示すことから、A 型インフルエンザ流行の季節性を説明する有力な仮説であると述べている。
	湿度との関連評価の記載	直接の検討項目で、とくに絶対湿度の優越性を主張している。
本レビューにおける総合評価		主要文献
主要な図表		Fig.1, Fig.3

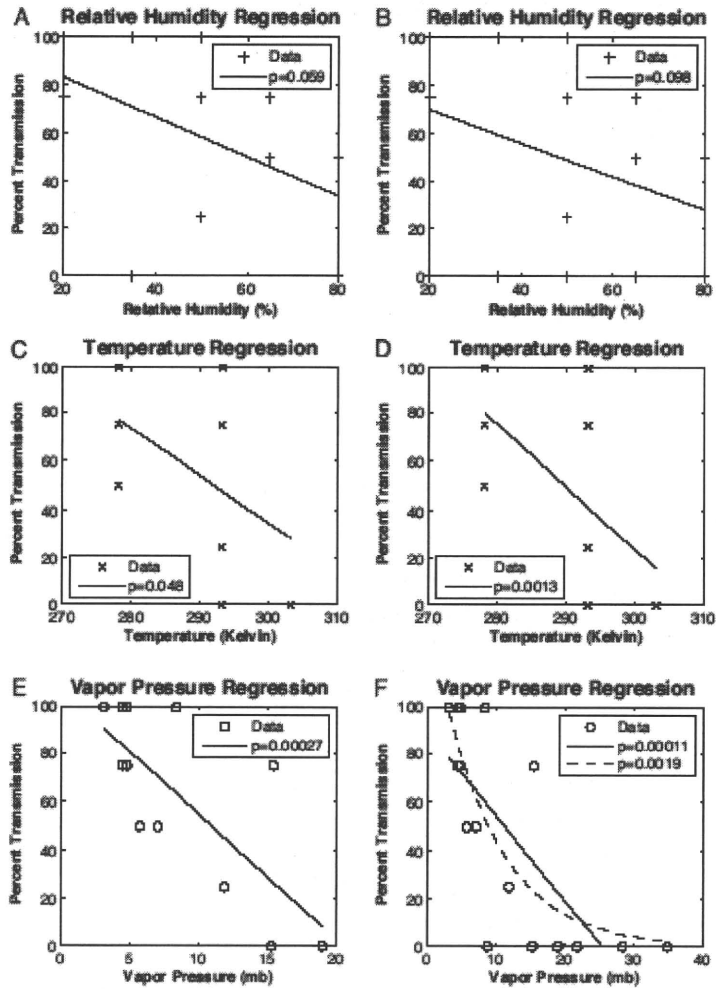


Fig. 1. IVT response to RH, temperature, and VP. (Left) Regression of guinea pig IVT data (8) ( $n = 20$ ) on RH (A), temperature (C), and VP (E). (Right) Regression of larger guinea pig IVT dataset (8, 11) ( $n = 24$ ) on RH (B), temperature (D), and VP (F). Significance of each model fit was assessed by using the  $t$  statistic for which the  $P$  value is shown in the legend. Symbols are the data; the black lines are linear regression model solutions. The dashed line plots the regression of  $\log(\text{percent transmission})$ .