

厚生労働科学研究費補助金（化学物質リスク研究事業）
分担研究年度終了報告書

室内濃度指針値見直しスキーム・曝露情報の収集に資する
室内気中化学物質測定方法の開発

室内空气中化学物質試験法の国際ハーモナイゼーション

研究分担者 田辺 新一 早稲田大学創造理工学部建築学科 教授

研究要旨

厚生労働省のシックハウス（室内空気汚染）問題検討会が再開され、室内濃度指針値の見直し作業が進められている。しかし、室内空气中的汚染化学物質の測定方法が必ずしも十分に整備されておらず、新たな室内汚染物質の測定方法の開発及び妥当性評価が必要とされる。そのため、2011年7月、財団法人建材試験センター内に日本標準規格（JIS）改正委員会が組織され、JISと関連ISO規格との整合性を図り、かつJIS Z 8301（規格票の様式及び作成方法）に対応したJIS原案を作成した。

一方、室内における殺虫剤、難燃剤、可塑剤などが新たな汚染物質として注目されており、この汚染物質の測定方法や分析方法のJIS原案作成が求められる。そこで、本研究は、室内空気質と関連する国際規格（IS）と対応JISを調べることで、最近注目されている殺虫剤やフタル酸エステル類などの準揮発性有機化合物（SVOC）に関する室内空気測定・分析方法の国際規格を研究グループに情報提供することとした。ISの中で殺虫剤、難燃剤、可塑剤などの測定・分析方法と関連する規格は、ISO 16000-13 (Filter sampling)、ISO 16000-31 (Phosphoric acid esters)、ISO 16000-33 (GC/MS)、ISO 16000-35 (Brominated substances)であることが分かった。ここで、ISO-16000-13、31はすでに国際規格になっているが、33は委員会原案（CD）として、35は作業草案の状況である。そのため、今後規格案の動向や内容を研究グループに提供し、厚生労働省の手法をJIS、ISとの整合性が図られるように情報交換を行う。

A. 研究目的

現在、厚生労働省のシックハウス(室内空気汚染)問題検討会(以下 シックハウス検討会)において室内濃度指針値の見直し作業が進められている。しかし、室内空气中的揮発性有機化合物(Volatile Organic Compound、VOC)や準揮発性有機化合物(Semi-Volatile Organic Compound、SVOC)の測定方法が必ずしも統一されている

といえない状況である。シックハウス検討会において室内濃度指針値を策定する際に課題となるおそれが顕在化されており、室内における揮発性有機化合物(VOC: 50 ~ 250)と準揮発性有機化合物(SVOC: 250 ~ 400)に関する測定方法の開発及び妥当性評価が必要とされる。

そこで、本研究はISOをはじめとする諸外国の空気試験法に関する情報を収集することで、

測定方法の開発及び日本標準規格(JIS)などの整備に必要な情報を提供することを目的とした。

B. 研究方法

室内空気測定方法に関する日本標準規格(JIS)と国際規格(IS)を比較し、IS に対応されている JIS の室内空気測定方法を調べた。また、JIS 対応が確立されていない IS や ISO/DIS(国際規格案)と AWI(作業草案)の中、室内空気中殺虫剤や SVOC 濃度測定方法と関連する規格・規格案について情報提供を行う。日本における室内空気質測定方法は JIS ハンドブック -シックハウス-(2015)、JIS ハンドブック -シックハウス-(2008)を参考した。また、国際規格は JIS ハンドブック -国際標準化-(2014)と ISO-16000/TC146/SC6 を参考した。

C. 結果

JIS と IS における室内空気質と関連する測定方法を調べた。日本の室内空気質測定方法は日本規格協会から出版された JIS ハンドブック -シックハウス-(2008, 2015)を参考した。以下に室内空気質を関連する JIS を示す。

1) JIS 室内空気測定規格

- JIS A 1960:2015 室内空気のサンプリング方法 通則
- JIS A 1961:2015 室内空気中のホルムアルデヒドのサンプリング方法
- JIS A 1962:2015 室内空気中のホルムアルデヒド及び他のカルボニル化合物の定量-ポンプサンプリング
- JIS A 1963:2015 室内空気中のホルムアルデヒドの定量-パッシブサンプリング
- JIS A 1964:2015 室内空気中の揮発性有機化合物(VOC)の測定方法通則
- JIS A 1965:2015 室内及び放散試験チャンバー内空気中揮発性有機化合物の Tenax TA 吸着剤を用いたポンプサンプリング、加熱脱離及び MS/FID を用いたガスクロマトグラフィーによる定量
- JIS A 1966:2015 室内空気中の揮発性有機化合物(VOC)の吸着捕集 / 加熱脱離 / キャピラリーガスクロマトグラフ法によるサンプリング及び分析-ポンプサンプリング
- JIS A 1967:2015 室内空気中の揮発性有機化合物(VOC)の吸着捕集 / 加熱脱離 / キャピラリーガスクロマトグラフ法によるサンプリング及び分析-パッシブサンプリング
- JIS A 1968:2015 室内空気中の揮発性有機化合物(VOC)の吸着捕集 / 溶媒抽出 / キャピラリーガスクロマトグラフ法によるサンプリング及び分析-ポンプサンプリング
- JIS A 1969:2015 室内空気中の揮発性有機化合物(VOC)の吸着捕集 / 溶媒抽出 / キャピラリーガスクロマトグラフ法によるサンプリング及び分析-パッシブサンプリング
- JIS A 1901:2015 建築材料の揮発性有機化合物(VOC), ホルムアルデヒド及び他のカルボニル化合物放散測定方法—小形チャンバー法
- JIS A 1902-1:2015 建築材料の揮発性有機化合物(VOC), ホルムアルデヒド及び他のカルボニル化合物放散量測定におけるサンプル採取, 試験片作製及び試験条件—第 1 部: ボード類, 壁紙及び床材
- JIS A 1902-2:2015 建築材料の揮発性有機化合物(VOC), ホルムアルデヒド及び他のカルボニル化合物放散量測定におけるサンプル採取, 試験片作製及び試験条件—第 2 部: 接着剤
- JIS A 1902-3:2015 建築材料の揮発性有機化合物(VOC), ホルムアルデヒド及び他のカルボニル化合物放散量測定におけるサンプル採取, 試験片作製及び試験条件—第 3 部: 塗料及び建築用仕上塗材
- JIS A 1902-4:2015 建築材料の揮発性有機化合物(VOC), ホルムアルデヒド及び他の

カルボニル化合物放散量測定におけるサンプル採取，試験片作製及び試験条件—第 4 部：断熱材

- JIS A 1903:2015 建築材料の揮発性有機化合物(VOC)のフラックス発生量測定法—パッシブ法
- JIS A 1904:2015 建築材料の準揮発性有機化合物(SVOC)の放散測定方法—マイクロチャンバー法
- JIS A 1905-1:2015 小形チャンバー法による室内空気汚染濃度低減材の低減性能試験法—第 1 部：一定ホルムアルデヒド濃度供給
- JIS A 1905-2:2015 小形チャンバー法による室内空気汚染濃度低減材の低減性能試験法—第 2 部：ホルムアルデヒド放散建材を用いた吸着速度測定
- JIS A 1906:2015 小形チャンバー法による室内空気汚染濃度低減材の低減性能試験法—一定揮発性有機化合物(VOC)，及びホルムアルデヒドを除く他のカルボニル化合物濃度供給法による吸着速度測定
- JIS A 1911:2015 建築材料などからのホルムアルデヒド放散測定方法—大形チャンバー法
- JIS A 1912:2015 建築材料などからの揮発性有機化合物(VOC)，及びホルムアルデヒドを除く他のカルボニル化合物放散測定方法—大形チャンバー法

2)国際規格(ISO)の室内空気測定規格

ISO-16000 の専門委員会(TC)146(大気質)の中、分科委員会(SC)6 が室内空気質として構成されている。表 1 に TC146/SC1~6 を示す。以下は室内空気質関連の国際規格やこれからの規格について述べた。

- ISO 16000-1 (General aspects)General aspects of sampling strategy (ISO EN)
- ISO 16000-2 (Sampling strategy)

Sampling strategy for formaldehyde (ISO EN)

- ISO 16000-3 (Active sampling) Active sampling method for formaldehyde and other carbonyl compounds in indoor and test chamber air (2011-10-15)
- ISO 16000-4 (Diffuse sampling) Diffusive sampling method for formaldehyde (2011-12-01)
- ISO 16000-5 (Sampling strategy) Sampling strategy for volatile organic compounds (VOCs) (ISO EN)
- ISO 16000-6 (GC/MS) Determination of volatile organic compounds in indoor and test chamber air by active sampling on Tenax TA® sorbent, thermal desorption and gas chromatography using MS or MS-FID (2011-12-01)
- ISO 16000-7 (Sampling strategy) Sampling strategy for determination of airborne asbestos fibre concentrations (ISO EN)
- ISO 16000-8 (Local mean ages of air) Determination of local mean ages of air in buildings for characterizing ventilation conditions
- ISO 16000-9 (Emission test chamber) Determination of the emission of volatile organic compounds from building products and furnishing – Emission test chamber method (ISO EN)
- ISO 16000-10 (Emission test cell) Determination of the emission of volatile organic compounds from building products and furnishing – Emission test cell method (ISO EN)
- ISO 16000-11 (Sample handling) Determination of the emission of volatile

- organic compounds from building products and furnishing – Sampling, storage of samples and preparation of test specimens (ISO EN)
- ISO 16000-12 (Sampling strategy) Sampling strategy for polychlorinated biphenyls (PCBs), polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs), polychlorinated dibenzo-furans (PCDFs) and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) (ISO EN)
 - ISO 16000-13 (Filter sampling) Determination of total (gas and particle-phase) polychlorinated dioxin-like biphenyls (PCBs) and polychlorinated dibenzo-p-dioxins/dibenzofurans (PCDDs/PCDFs) – Collection on sorbent-backed filters
 - ISO 16000-14 (HR-GC/MS) Determination of total (gas and particle-phase) polychlorinated dioxin-like biphenyls (PCBs) and polychlorinated dibenzo-p-dioxins/dibenzofurans (PCDDs/PCDFs) – Extraction, clean-up and analysis by high-resolution gas chromatography and mass spectrometry
 - ISO 16000-15 (Sampling strategy NO₂) Sampling strategy for nitrogen dioxide (NO₂) (ISO EN)
 - ISO 16000-16 (Sampling by filtration) Detection and enumeration of moulds – Sampling by filtration
 - ISO 16000-17 (Culture-based method) Detection and enumeration of moulds – Culture based method
 - ISO 16000-18 (Sampling by impaction) Detection and enumeration of moulds – Sampling by impaction (2011-07-01)
 - ISO 16000-19 (Sampling strategy) Sampling strategy for moulds (2012-06-01)
 - ISO 16000-20 (Total spore count) * Detection and enumeration of moulds - Determination of total spore count DIS
 - ISO 16000-21 (Sampling from materials) Detection and enumeration of moulds - Sampling from materials
 - ISO 16000-23 (HCHO sorptive material) Performance test for evaluating the reduction of formaldehyde concentrations by sorptive building materials
 - ISO 16000-24 (VOC sorptive material) Performance test for evaluating the reduction of volatile organic compounds (except formaldehyde) concentrations by sorptive building materials
 - ISO 16000-25 (SVOC, micro-chamber) Determination of the emission of semi-volatile organic compounds by building products - Micro chamber method (2011-07-01)
 - ISO 16000-26 (NO₂) Sampling strategy for carbon dioxide (CO₂) (ISO EN) (2012-08-01)
 - ISO 16000-27 (Settled fibrous dust) Determination of settled fibrous dust on surfaces by SEM (scanning electron microscopy) (direct method)
 - ISO 16000-29 (VOC detectors) Test method for VOC detectors
 - ISO 16000-30 Sensory test of indoor air
 - ISO 16000-31 (Phosphoric acid esters) Measurement of flame retardants and plasticizers based on organophosphorus compounds – Phosphoric acid ester
 - ISO 16000-32 (Investigation of buildings) Investigation of buildings for occurrence of

pollutants (ISO EN)

- ISO 16000-33* (GC/MS) Determination of phthalates with GC/MS
- ISO 16000-34* (Sampling strategy) Strategies for the measurement of airborne particles
- ISO 16000-35* (Brominated substances) Measurement of polybrominated diphenylether, hexabromocyclododecane and hexabromobenzene (*:Standard under development)
- ISO 16000-36 (Air Purifiers) * Test method for the reduction rate of airborne bacteria by air purifiers using a test chamber
- ISO 16000-37* (PM_{2.5}) Strategies for the measurement of PM_{2.5}
- ISO 16017-1 (Pumped sampling) Indoor, ambient air and workplace air – Sampling and analysis • ISO of volatile organic compounds by sorbent tube/thermal desorption/capillary gas chromatography – part 1 : Pumped sampling (ISO EN)
- ISO 16017-2 (Diffusive sampling) Indoor, ambient air and workplace air – Sampling and analysis • ISO of volatile organic compounds by sorbent tube/thermal desorption/capillary gas chromatography – part 2 : Diffusive sampling (ISO EN)

D. 考察

室内空気質測定方法と関連する IS・これからの IS と JIS 対応を表 2 に示す。室内空気のサンプリング方法通則をはじめ、サンプリング方法などが IS に対応されている。IS の中には日本から提案された規格もある。図 1 に JIS の ISO の関係(その 1 - 建材などからの放散 < 13 規格 : 経産省所管 >)を、図 2 に JIS の ISO の関係(その 2 - 室内空気 < 10 規格 : 国交省所管 >)を

示す。

しかし、ISO/DIS(国際規格案)に基づいて JIS 化した規格も少なくはないため、2011 年 7 月、財団法人建材試験センター内に JIS 改正委員会が組織され、関連 ISO 規格との整合性を図り、かつ JIS Z 8301(規格票の様式及び作成方法)に対応した JIS 原案を作成した。改正内容としては JIS と対応国際規格との対比表を作成し、改正内容と理由、改正趣旨などを明らかにしている。2015 年に改正された規格は日本規格協会から出版(JIS ハンドブック -シックハウス-(2015))されている。

一方、ホルムアルデヒドなどの揮発性有機化合物に関する測定方法は IS に対応する JIS が定められているが、近年 IS や ISO/DIS(国際規格案)と AWI(作業草案)になっている規格の場合、JIS 対応ができていない状況である。特に、この研究グループでは室内空気中殺虫剤やフタル酸エステル類など、新たな汚染物質に関する測定方法の JIS 原案を作成し、または IS との整合性を図り、室内空気中 SVOC などの測定方法の開発を目指している。

そのため、室内空気中殺虫剤や SVOC 濃度測定方法と関連する IS または ISO/DIS、AWI などの規格情報を提供した。

IS の中で、殺虫剤、難燃剤、可塑剤などに関連する測定・分析方法は、ISO 16000-13 (Filter sampling)、ISO 16000-31 (Phosphoric acid esters)、ISO 16000-33 (GC/MS)、ISO 16000-35 (Brominated substances)であることが分かった。ここで、ISO-16000-13、31 は規格になっているが、33 は委員会原案(CD)として、35 は作業草案として提案され、ている。そのため、今後規格案の修正・変更などがある場合、この研究グループに新たな情報提供が必要とされる。

E. 結論

厚生労働省のシックハウス(室内空気汚染)問

題検討会が再開され、室内濃度指針値の見直し作業が進められている。しかし、室内空気中の揮発性有機化合物(Volatile Organic Compound、VOC)や準揮発性有機化合物(Semi-Volatile Organic Compound、SVOC)の測定方法が必ずしも十分に統一されておらず、室内濃度指針値を策定するため、新たな室内汚染物質の測定方法の開発及び妥当性評価が必要とされる。そこで、本研究は国際規格をはじめとする諸外国の空気試験法に関する情報を収集し、ISに対応するJISなどを調べた。また、最近注目を浴びている殺虫剤、難燃剤、可塑剤のようなSVOCに関する室内空気中測定・分析方法の開発が求められているため、関連するISとISO/DIS、AWIなどの情報を提供した。

しかし、ISO/DIS、AWIは国際規格になる前の段階であるため、今後規格案の改正・修正が行った場合、その内容を研究グループに情報提供する予定である。現在、ISO TC146/SC6の議長を務めている。

「参考文献」

- 1) 日本規格協会：JIS ハンドブック -シックハウス-, 2008
- 2) 日本規格協会：JIS ハンドブック -シックハウス-, 2015
- 3) 日本規格協会：JIS ハンドブック-国際標準化-, 2014
- 4) 日本規格協会：JIS 総目録, 2015
- 5) ISO-16000:
<http://www.iso.org/iso/home.htm>

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

- 1) 金 炫兌, 田辺新一：マイクロチャンバーを用いた PVC 建材及び用品からの SVOC 放散量の測定 .日本建築学会環境系論文集 , 2016; 81(720): 印刷中 .
- 2) 金 炫兌, 田辺新一：住宅における空気・ハウスダスト中 SVOC 濃度測定 .日本建築学会環境系論文集 ,2016; 81(720): 印刷中 .

2. 学会発表

- 1) Kim, H, Tanabe, S.: Concentration of bis (2-ethyhexyl) phthalate on the surface of polyvinyl chloride flooring. Healthy Buildings Europe 2015 (2015.5)
- 2) 金 炫兌, 田辺新一：半揮発性有機化合物 (SVOC) の測定法に関する研究 その 25) 家庭用殺虫剤の再放散と残留量の測定 . 日本建築学会大会学術講演 (2015.9)

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし

表 1 ISO-16000/TC146 の分類

ISO-16000 TC146:大気の質、事務局(DIN:Deutsches Institut für Normung)	
SC1	Stationary source emission(固定発生源大気の測定)
	事務局(NEN:Netherlands Standardization Institute)
SC2	Workplace atmospheres(作業環境大気の測定)
	事務局(ANSI:American National Standards Institute)
SC3	Ambient atmospheres(環境大気の測定)
	事務局(ANSI)
SC4	General aspects (環境大気の一般事項)
	事務局(DIN)
SC5	Meteorology(気象)
	事務局(DIN)
SC6	Indoor Air(室内空気)
	事務局(DIN)

表2 IS規格と対応JIS

IS規格とこれからのIS	対応JIS
ISO-16000-1 General aspects of sampling strategy (ISO EN)	A 1960 (2015)
ISO-16000-2 Sampling strategy for formaldehyde (ISO EN)	A 1961 (2015)
ISO-16000-3 Active sampling method for formaldehyde and other carbonyl compounds in indoor and test chamber air (2011-10-15)	A 1962 (2015)
ISO-16000-4 Diffusive sampling method for formaldehyde (2011-12-01)	A 1963 (2015)
ISO-16000-5 Sampling strategy for volatile organic compounds (VOCs) (ISO EN)	A 1964 (2015)
ISO-16000-6 Determination of volatile organic compounds in indoor and test chamber air by active sampling on Tenax TA® sorbent, thermal desorption and gas chromatography using MS or MS-FID (2011-12-01)	A 1965 (2015)
ISO-16000-7 Sampling strategy for determination of airborne asbestos fibre concentrations (ISO EN)	
ISO-16000-8 Determination of local mean ages of air in buildings for characterizing ventilation conditions	
ISO-16000-9 Determination of the emission of volatile organic compounds from building products and furnishing – Emission test chamber method (ISO EN)	A 1901, 1911, 1912
ISO-16000-10 Determination of the emission of volatile organic compounds from building products and furnishing – Emission test cell method (ISO EN)	
ISO-16000-11 Determination of the emission of volatile organic compounds from building products and furnishing – Sampling, storage of samples and preparation of test specimens (ISO EN)	A 1902-1,2,3,4
ISO-16000-12 Sampling strategy for polychlorinated biphenyls (PCBs), polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs), polychlorinated dibenzo-furans (PCDFs) and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) (ISO EN)	
ISO-16000-13 Determination of total (gas and particle-phase) polychlorinated dioxin-like biphenyls (PCBs) and polychlorinated dibenzo-p-dioxins/dibenzofurans (PCDDs/PCDFs) – Collection on sorbent-backed filters	
ISO-16000-14 Determination of total (gas and particle-phase) polychlorinated dioxin-like biphenyls (PCBs) and polychlorinated dibenzo-p-dioxins/dibenzofurans (PCDDs/PCDFs) – Extraction, clean-up and analysis by high-resolution gas chromatography and mass spectrometry	
ISO-16000-15 Sampling strategy for nitrogen dioxide (NO ₂) (ISO EN)	
ISO-16000-16 Detection and enumeration of moulds -Sampling by filtration-	
ISO-16000-17 Detection and enumeration of moulds -Culture based method-	
ISO-16000-18 Detection and enumeration of moulds -Sampling by impaction- (2011-07-01)	

ISO-16000-19 Sampling strategy for moulds (2012-06-01)	
ISO-16000-20 Detection and enumeration of moulds -Determination of total spore count- (DIS)	
ISO-16000-21 Detection and enumeration of moulds -Sampling from materials-	
ISO-16000-23 Performance test for evaluating the reduction of formaldehyde concentrations by sorptive building materials	A 1905-1 (2015)
ISO-16000-24 Performance test for evaluating the reduction of volatile organic compounds (except formaldehyde) concentrations by sorptive building materials	A 1906 (2015)
ISO-16000-25 Determination of the emission of semi-volatile organic compounds by building products - Micro chamber method (2011-07-01)	A1904 (2015)
ISO-16000-26 Sampling strategy for carbon dioxide (CO2) (ISO EN) (2012-08-01)	
ISO-16000-27 Determination of settled fibrous dust on surfaces by SEM (scanning electron microscopy) (direct method)	
ISO-16000-28 Sensory evaluation of emissions from building materials and products (2012-03-15)	
ISO-16000-29 Test method for VOC detectors	
ISO-16000-30 Sensory test of indoor air	
ISO-16000-31 Measurement of flame retardants and plasticizers based on organophosphorus compounds – Phosphoric acid ester	
ISO-16000-32 Investigation of buildings for occurrence of pollutants (ISO EN)	
ISO-16000-33 Determination of phthalates with GC/MS(CD)	
ISO-16000-34 Strategies for the measurement of airborne particles(AWI)	
ISO-16000-35 Measurement of polybrominated diphenylether, hexabromocyclododecane and hexabromobenzene(AWI)	
ISO-16000-36 Test method for the reduction rate of airborne bacteria by air purifiers using a test chamber(AWI)	
ISO-16000-37 Strategies for the measurement of PM2,5(AWI)	
ISO-16017-1 Indoor, ambient air and workplace air – Sampling and analysis of volatile organic compounds by sorbent tube/thermal desorption/capillary gas chromatography – part 1 : Pumped sampling (ISO EN)	A 1966 (2015)
ISO-16017-2 Indoor, ambient air and workplace air – Sampling and analysis of volatile organic compounds by sorbent tube/thermal desorption/capillary gas chromatography – part 2 : Diffusive sampling (ISO EN)	A 1967 (2015)

JISとISOの関係

その2 - 室内空気 <10規格: 国交省所管>

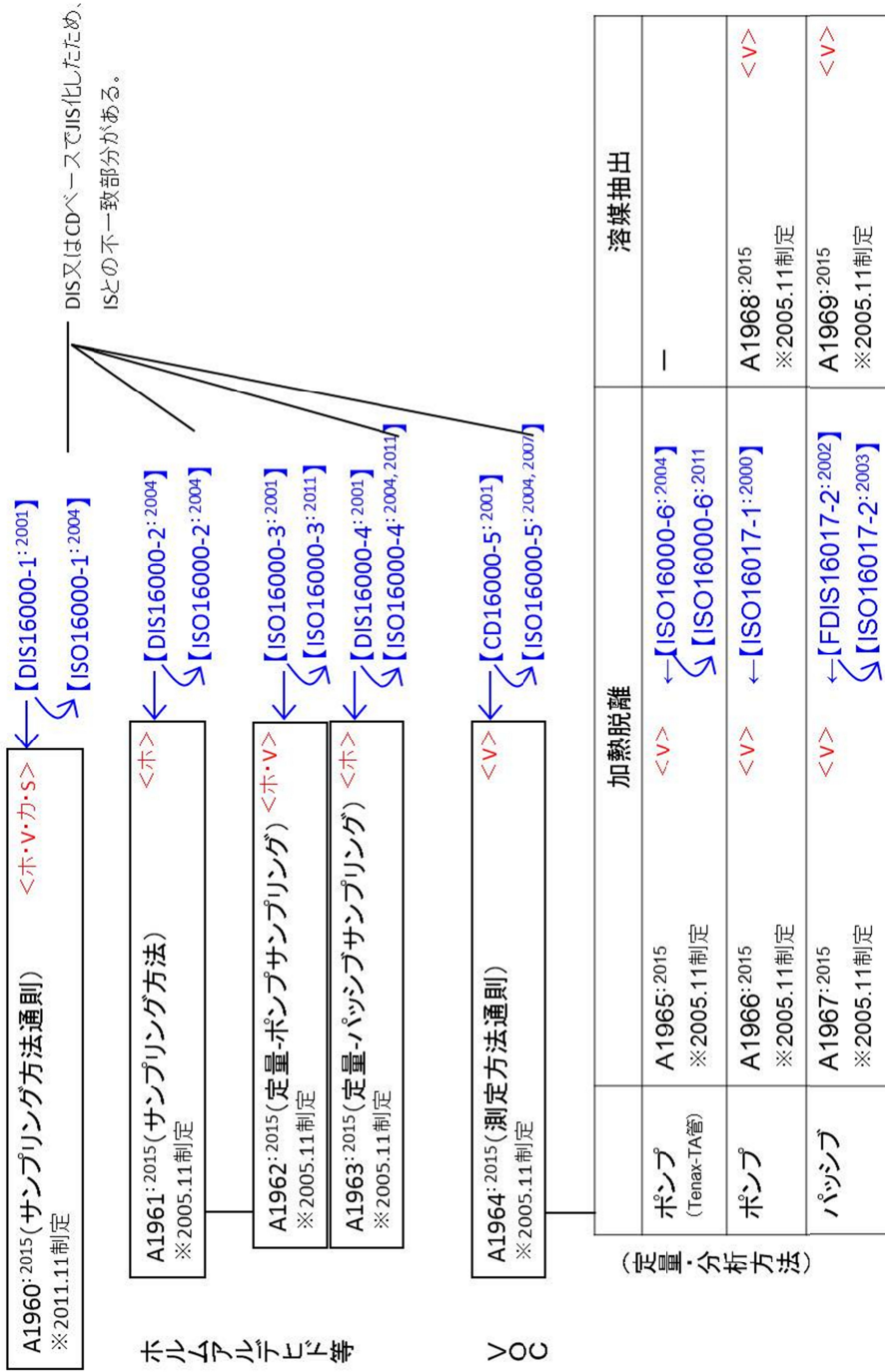


図2 JIS と ISO の関係 (その2 - 室内空気 <10 規格: 国交省所管 >)