

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 総合研究報告書

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

室内空気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
研究協力者 金 炫兌 山口大学創成科学研究科 助教

厚生労働省のシックハウス（室内空気汚染）問題に関する検討会が開催され、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。本分担研究では、平成27年から平成29年にかけて室内空気質と関連するISO規格の最新情報の提供を行った。また、平成29年度は実空間におけるSVOC（準揮発性有機化合物）現場測定方法の開発が行われた。

平成27年の分担研究では、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SVOC（準揮発性有機化合物）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した。平成28年の分担研究では、室内における殺虫剤、難燃剤、可塑剤などに関連する測定方法や分析方法調査や、ISO/TC146/SC6「室内空気質」の動向などの情報を収集し、この研究グループに最新の情報を提供した。平成29年度は、このグループと研究関連が高い国際規格の審査情報や新たに注目されているAirborne particles、PM2.5、Bacteriaとアミンの測定方法及び分析方法を紹介した。更に、マイクロチャンバーを用いた現場測定方法を検討し、実空間における仕上げ材からのSVOC放散速度測定の可能性を確認した。今後、現場測定方法として規格化することも考えられる。

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）の測定方法は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。

本分担研究では、国際規格(IS)をはじめとする諸外国の空気質測定方法の情報収集及び日本標準規格(JIS)などの整備に必要な情報を提供した。また、空気質と関連するISO規格の最新情報(新案と更新情報)を収集することで、各グループに必要な情報を提供した。

B. 研究方法

1)JISとIS規格の比較¹⁻⁵⁾

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、JISとISの関連性を調査した。また、ISO/TC146/SC6の審議事項を参考にし、現在規格されているIS規格やISO/DIS(国際規格案)とAWI(作業草案)など、室内空気質関連の規格・規格案に関する情報を調査した

2)現場測定方法の開発

JIS A 1904 と ISO-16000-25 に定められているマイクロチャンバーを用いて現場測定方法を開発した。現場測定方法の開発のため、破過実験とバックグラウンド実験を行った。その後、マイクロチャンバーと現場測定方法の整合性の測定を行った。図1に装置構成の想定模式図を示す。

マイクロチャンバー内に新鮮空気と供給するため、Tenax TA 管をフィルターとして使用した。その後、24 時間室内空気を吸引した Tenax TA 管を定量定性することで、気中濃度の測定が可能なのかを検討した。

分析対象物質は、D α (シロキサ 6 量体)、BHT(ブチル化ヒドロキシトルエン)、DEP(フタル酸ジエチル)、TBP(リン酸トリブ

チル)、TCEP(リン酸トリス)、DBA(アジピン酸ジブチル)、DBP(フタル酸ジ-n-ブチル)、TPP(リン酸トリフェニル)、DOA(アジピン酸ジオクチル)、DEHP(フタル酸ジ-2-エチルヘキシル)、BBP(フタル酸ブチルベンジル)、TBEP(リン酸トリス)、DNOP(フタル酸ジ-n-オクチル)、DINP(フタル酸ジイソノニル)、DIDP(フタル酸ジイソデシル)のSVOC物質である。

C. 結果

平成 27 年度は、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。また、国際規格(IS)の室内空気測定規格は 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おり、室内空気質関連の国際規格や新提案などを調べ、研究グループに紹介した。図2に JIS と 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3に JIS と ISO の関係(その 2 - 室内空気 < 10 規格 : 国交省所管 >)を示す。

平成 28 年は、ISO-16000 の専門委員会(TC)146(大気質)の中、分科委員会(SC)6 に構成されている Working Groups を紹介した。その中、WG16(Test methods for VOC detectors)、WG18(Flame retardants)、WG20(Phthalates)、WG22(Brominated flame retardants)は研究グループとの関連性が高い。田辺新一(早稲田大学)は ISO/TC146/SC6 の議長として、バーモント州パーリントン(アメリカ合衆国)で開催された SC6 の Working groups 参加し、研究

グループと関連がある内容を情報提供した。特にハウスダスト分析法は重要な課題であるため、NWIP として規格化の必要がある旨を SC6 に提案することとしていた。ただし、ドイツとアメリカでは、ダスト齢、サンプリングや振るいなどにより、測定値が異なることが指摘されており、規準化するためには問題点があることも指摘している。また、SC6 の中で審査中の ISO/DIS・AWI 及び IS 規格を調査し、本研究のグループに紹介した。

平成 29 年は、ISO/TC146/SC6 のメンバーや、2017 年度 ISO/TC146/SC6 Working Groups の WG3(VOCs), WG18 (Flame retardants), WG20 (Phthalates), WG22 (Brominated flame retardants) の更新内容などを報告し、2015 年~2016 年まで新案として提案された規格の審査結果等を報告した。また、現在 SC6 の中で審査中の ISO/DIS・CD・AWI をなども調査した。

更に、JIS A 1904、ISO-16000-25 として定められているマイクロチャンバーを応用して現場 SVOC 放散測定方法を開発した。現場測定方法の開発のために、破過実験、バックグラウンド実験を行った結果、新鮮空気の供給が可能であることや、室内空気中の SVOC 濃度の測定が可能であることが分かった。また、バックグラウンド実験では、対象物質の中で DBP のコンタミが確認され、原因になる部品の入れ替えなどが必要と考えられた。マイクロチャンバー法と現場測定方法の整合性実験結果では、高い相関性が見られ、今後現場測定が可能になることが期待された。マイクロチャンバー(MC)と現場測定方法の整合性結果として、図 5、6 に DEHP、DINP 放散速度を示す。

D. 考察

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 原案が作成されている。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。しかし、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、本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開発を目指している。

そのため、室内における空気中殺虫剤、可塑剤、難燃材など SVOC と関連する IS または ISO/DIS、AWI などの規格情報を調査し、この研究グループに情報提供を行った。以下に本研究グループと関連する室内空気質関連情報を示す。

2017 年現在 ISO-16000/TC146/SC6 の室内空気質関連規格等を示す。表 1 に ISO/TC146 の分類、表 2 に ISO/TC146/SC6 のメンバーを示す。表 3 に ISO/TC146/SC6 Working groups(2017)、表 4 に現在 SC6 の中で審査中の ISO/DIS・CD・AWI(2017)を示す。また、表 5、6 に IS 規格その 1、その 2 を示す。

E. 結論

厚生労働省のシックハウス(室内空気汚染)問題検討会が開催され、室内濃度指針値の見直し作業が進められている。そのため、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。

本分担研究は、JISとISの室内空気質関連規格を調べ、各規格の相関関係を纏めた。また、ISO/TC46/SC6のWorking groups の会議内容や、新規情報を収集し、本研究グループが必要とする情報を提供した。

また、マイクロチャンバーを用いて現場測定方法を開発することで、現場仕上げ材からのSVOC放散速度の測定が期待された。

「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. 研究発表

1. 論文発表

2. 学会発表

- 1) 今村奈津子、金 炫兌、田辺新一、小金井真、桑原亮一、マイクロチャンバーを用いた SVOC 物質の現場測定方法の開発、日本建築学会中国支部研究報告集, No.41, pp.423 ~ 426, 2018.3

G. 知的所有権の取得状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

表一覧

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 ISO-16000/TC146/SC6 のメンバー(2017)

P-Members (23)	Australia (SA)
	Austria (ASI)
	Belgium (NBN)
	Denmark (DS)
	Finland (SFS)
	France (AFNOR)
	Germany (DIN)
	India (BIS)
	Italy (UNI)
	Japan (JISC)
	Kenya(KEBS)
	Korea, Republic of (KATS)
	Malaysia (DSM)
	Netherlands (NEN)
	Norway (SN)
	Poland (PKN)
	Russian Federation (GOST R)
	Spain (AENOR)
	Sweden (SIS)
	Switzerland (SNV)
United Arab Emirates (ESMA)	
United Kingdom(BSI)	
USA(ANSI)	
O-Members (11)	Canada(SCC)
	Czech Republic (UNMZ)
	HongKong(ITCHKSAR)
	Mongolia(MASM)
	Morocco (IMANOR)
	Romania (ASRO)
	Slovakia (SOSMT)
	Sri Lanka (SLSI)
	Thailand (TISI)
	Turkey (TSE)
	Ukraine(DSTU)
Internal Liaisons (10)	ISO/TC 22 (Road vehicles)
	ISO/TC 24/SC 4 (Particle characterization)
	ISO/TC 35 (Paints and varnishes)
	ISO/TC 158 (Analysis of gases)
	ISO/TC 205 (Building environment design)
	ISO/TC 207/SC 1 (Environmental management systems)
	ISO/TC 219 (Floor coverings)
	ISO/PC 302 (Guidelines for auditing management systems)
	ISO/TC 22 (Road vehicles)
	ISO/TC 24/SC 4 (Particle characterization)
External liaisons (3)	CEN/TC 264 (Air quality)
	CEN/TC 351 (Construction products)
	CEN/TC 421 (Emission safety of combustible air fresheners)

表 3 ISO/TC146/SC6 Working Groups(2017)

WG 3	VOCs
WG 10	Fungi
WG 11	Performance tests for sorption
JWG 13	Determination of volatile organic compounds in car interiors
WG 17	Sensory testing of indoor air
WG 18	Flame retardants
WG 20	Phthalates
WG 21	Strategies for the measurement of airborne particles
WG 22	Brominated flame retardants
WG 23	Amines
WG 24	IAQ Management System

表4 現在SC6の中で審査中のISO/DIS・CD・AWI (2017年現在)

Reference	Title	Registration date	Current stage code	Comments
ISO/DIS 12219-8	Interior air of road vehicles – Part 8: Handling and packaging of materials and components for emissions testing	2014-03-05	20.00	DIS due 2017-03
ISO/CD 12219-9	Interior air of road vehicles – Part 9: Screening method for the determination of the emissions of volatile organic compounds from vehicle interior parts and materials – Large bag method	2015-05-08	20.00	DIS due 2018-05
ISO/DIS 16000-23	Indoor air – Part 23: Performance test for evaluating the reduction of formaldehyde concentrations by sorptive building materials	2016-05-10	20.00	DIS due 2019-05
ISO/DIS 16000-24	Indoor air – Part 24: Performance test for evaluating the reduction of volatile organic compound (except formaldehyde) concentration by sorptive building materials	2016-05-10	20.00	DIS due 2019-05
ISO/DIS 16000-34	Indoor air – Part 34: Strategies for the measurement of airborne particles	2013-09-02	20.00	DIS due 2016-09
ISO/DIS 16000-36	Indoor air – Part 36: Test method for the reduction rate of airborne bacteria by air purifiers using a test chamber	2014-01-14	20.00	DIS due 2017-01
ISO/DIS 16000-37	Indoor air – Part 37: Strategies for the measurement of PM _{2,5}	2014-08-04	20.00	DIS due 2017-08
ISO/AWI 16000-38	Indoor air – Part 38: Determination of amines in indoor and test chamber air – Active sampling on samplers containing phosphoric acid impregnated filters	2015-02-25	20.00	DIS due 2017-02
ISO/AWI 16000-39	Indoor air – Part 39: Determination of amines in indoor and test chamber air; Analysis of amines by means of high-performance liquid chromatography (HPLC) coupled with tandem mass spectrometry (MS MS)	2015-02-25	20.00	DIS due 2017-02
ISO/AWI 16000-40	Indoor air – Part 40: Indoor air quality management system	2016-03-14	20.00	DIS due 2019-03

表5 IS規格(その1：2017年現在)

Reference	Title	Publication date
ISO 12219-1	Interior air of road vehicles – Part 1 : Whole vehicle test chamber – Specification and method for the determination of volatile organic compounds in cabin interiors	2012-07
ISO 12219-2	Interior air of road vehicles – Part 2 : Screening method for the determination of the emissions of volatile organic compounds from vehicle interior parts and materials – Bag method	2012-06
ISO 12219-3	Interior air of road vehicles – Part 3 : Screening method for the determination of the emissions of volatile organic compounds from vehicle interior parts and materials – Micro-scale chamber method	2012-06
ISO 12219-4	Interior air of road vehicles – Part 4 : Method for the determination of the emissions of volatile organic compounds from vehicle interior parts and materials – Small chamber method	2013-05
ISO 12219-5	Interior air of road vehicles – Part 5 : Screening method for the determination of the emissions of volatile organic compounds from vehicle interior parts and materials – Static chamber method	2014-05
ISO 12219-6	Interior air of road vehicles – Part 6: Method for the determination of the emissions of semi-volatile organic compounds from vehicle interior parts and materials – Small chamber method	2017
ISO 12219-7	Interior air of road vehicles – Part 7: Odour determination in interior air of road vehicles and test chamber air of trim components by olfactory measurements	2017
ISO 16000-1	Indoor air – Part 1 : General aspects of sampling strategy	2004-07
ISO 16000-2	Indoor air – Part 2 : Sampling strategy for formaldehyde	2004-07
ISO 16000-3	Indoor air – Part 3 : Determination of formaldehyde and other carbonyl compounds in indoor air and test chamber air – Active sampling method	2011-10
ISO 16000-4	Indoor air – Part 4 : Determination of formaldehyde - Diffusive sampling method	2011-12
ISO 16000-5	Indoor air – Part 5 : Sampling strategy for volatile organic compounds (VOCs)	2007-02
ISO 16000-6	Indoor air – Part 6 : Determination of volatile organic compounds in indoor and chamber air by active sampling on TENAX TA sorbent, thermal desorption and gas chromatography using MS or MS-FID	2011-12
ISO 16000-7	Indoor air – Part 7 : Sampling strategy for determination of airborne asbestos fibre concentrations	2007-08
ISO 16000-8	Indoor air – Part 8 : Determination of local mean ages of air in buildings for characterizing ventilation conditions	2007-06
ISO 16000-9	Indoor air – Part 9 : Determination of the emission of volatile organic compounds from building products and furnishing – Emission test chamber method	2006-02
ISO 16000-10	Indoor air – Part 10 : Determination of the emission of volatile organic compounds from building products and furnishing – Emission test cell method	2006-02
ISO 16000-11	Indoor air – Part 11 : Determination of the emission of volatile organic compounds from building products and furnishing – Sampling, storage of samples and preparation of test specimens	2006-02
ISO 16000-12	Indoor air – Part 12 : Sampling strategy for polychlorinated biphenyls (PCBs), polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs), polychlorinated dibenzofurans (PCDFs) and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)	2008-04
ISO 16000-13	Indoor air – Part 13 : Determination of total (gas and particle-phase) polychlorinated dioxin-like biphenyls (PCBs) and polychlorinated dibenzo-p-dioxins/dibenzo-furans (PCDDs/PCDFs) – Collection on sorbent-backed filters	2008-11
ISO 16000-14	Indoor air – Part 14 : Determination of total (gas and particle-phase) polychlorinated dioxin-like PCBs and PCDDs/PCDFs – Extraction, clean-up and analysis by high-resolution gas chromatography/mass spectrometry	2009-05

表6 IS規格(その2:2017年現在)

Reference	Title	Publication date
ISO 16000-15	Indoor air – Part 15 : Sampling strategy for nitrogen dioxide (NO ₂)	2008-07
ISO 16000-16	Indoor air – Part 16 : Detection and enumeration of moulds – Sampling by filtration	2008-12
ISO 16000-17	Indoor air - Part 17 : Detection and enumeration of moulds – Culture-based method	2008-12
ISO 16000-18	Indoor air – Part 18: Detection and enumeration of moulds – Sampling by impaction	2011-07
ISO 16000-19	Indoor air – Part 19 : Sampling strategy for moulds	2012-06
ISO 16000-20	Indoor air – Part 20 : Detection and enumeration of moulds – Determination of total spore count	2014-12
ISO 16000-21	Indoor air – Part 21 : Detection and enumeration of moulds – Sampling from materials	2013-12
ISO 16000-23	Indoor air – Part 23 : Performance test for evaluating the reduction of formaldehyde concentrations by sorptive building materials	2009-12
ISO 16000-24	Indoor air – Part 24 : Performance test for evaluating the reduction of volatile organic compound (except formaldehyde) concentrations by sorptive building materials	2009-12
ISO 16000-25	Indoor air – Part 25 : Determination of the emission of semi-volatile organic compounds for building products – Micro chamber method	2011-07
ISO 16000-26	Indoor air – Part 26 : Sampling strategy for carbon dioxide (CO ₂)	2012-08
ISO 16000-27	Indoor air – Part 27 : Determination of fibrous dust on surfaces by scanning electron microscopy (SEM) (direct method)	2014-06
ISO 16000-28	Indoor air – Part 28 : Determination of odour emissions from building products using test chambers	2012-03
ISO 16000-29	Indoor air – Part 29 : Test methods for VOC detectors	2014-06
ISO 16000-30	Indoor air – Part 30 : Sensory testing of indoor air	2014-09
ISO 16000-31	Indoor air – Part 31: Measurement of flame retardants and plasticizers based on organophosphorus compounds; Phosphoric acid ester	2014-05
ISO 16000-32	Indoor air – Part 32 : Investigation of buildings for the occurrence of pollutants	2014-07
ISO 16000-33	Indoor air – Part 33: Determination of phthalates with GC/MS	2017
ISO 16017-1	Indoor, ambient and workplace air – Sampling and analysis of volatile organic compounds by sorbent tube/thermal desorption/capillary gas chromatography – Part 1: Pumped sampling	2014-07
ISO 16017-2	Indoor, ambient and workplace air – Sampling and analysis of volatile organic compounds by sorbent tube/thermal desorption/capillary gas chromatography – Part 2: Diffusive sampling	2014-07

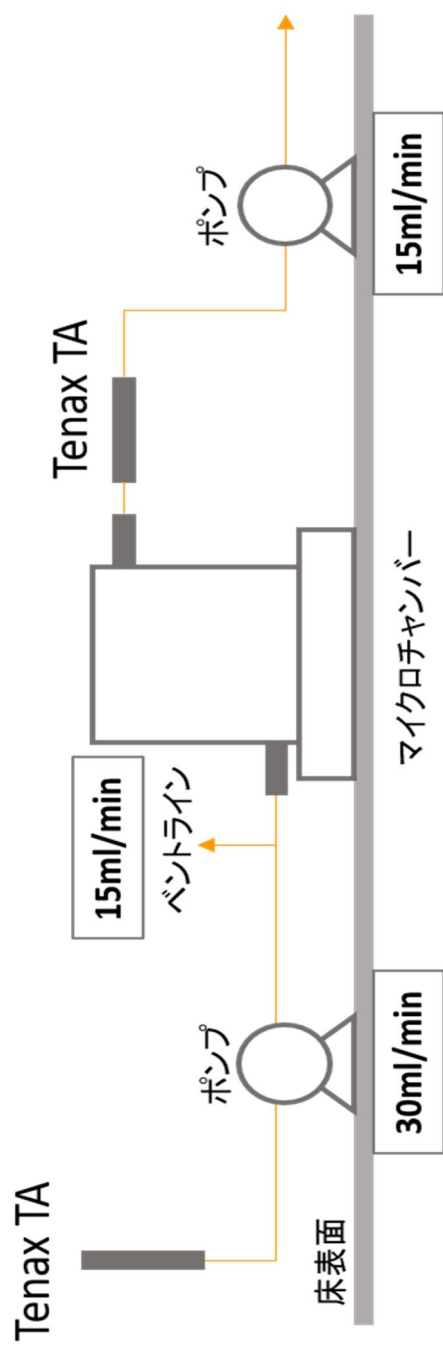


図1 現場測定方法の装置構成

JISとISOの関係

その1ー建材等からの放散<13規格：経産省所管>

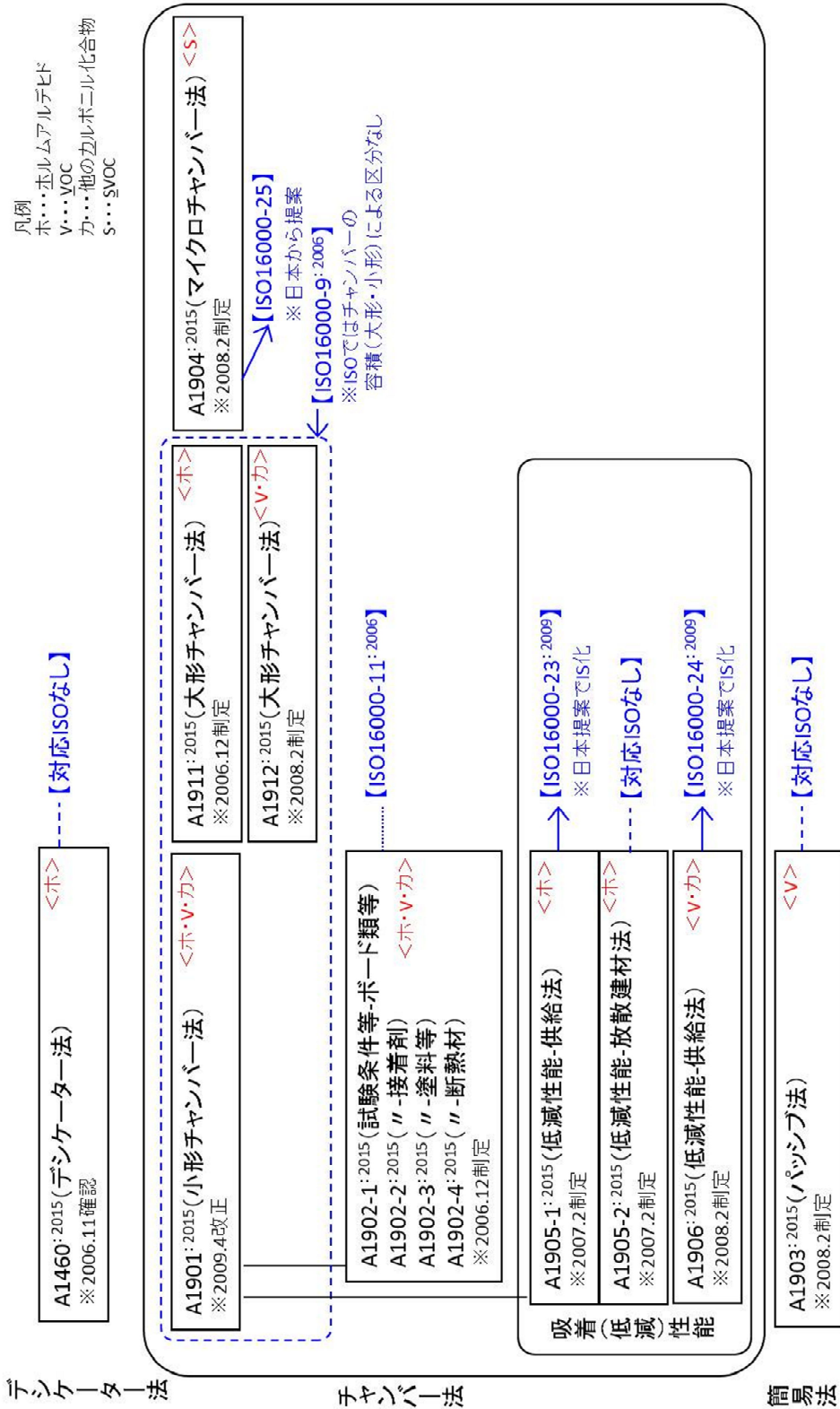


図2 JISとISOの関係(その1-建材などからの放散<13規格：経産省所管>)

JISとISOの関係

その2 - 室内空気<10規格:国交省所管>

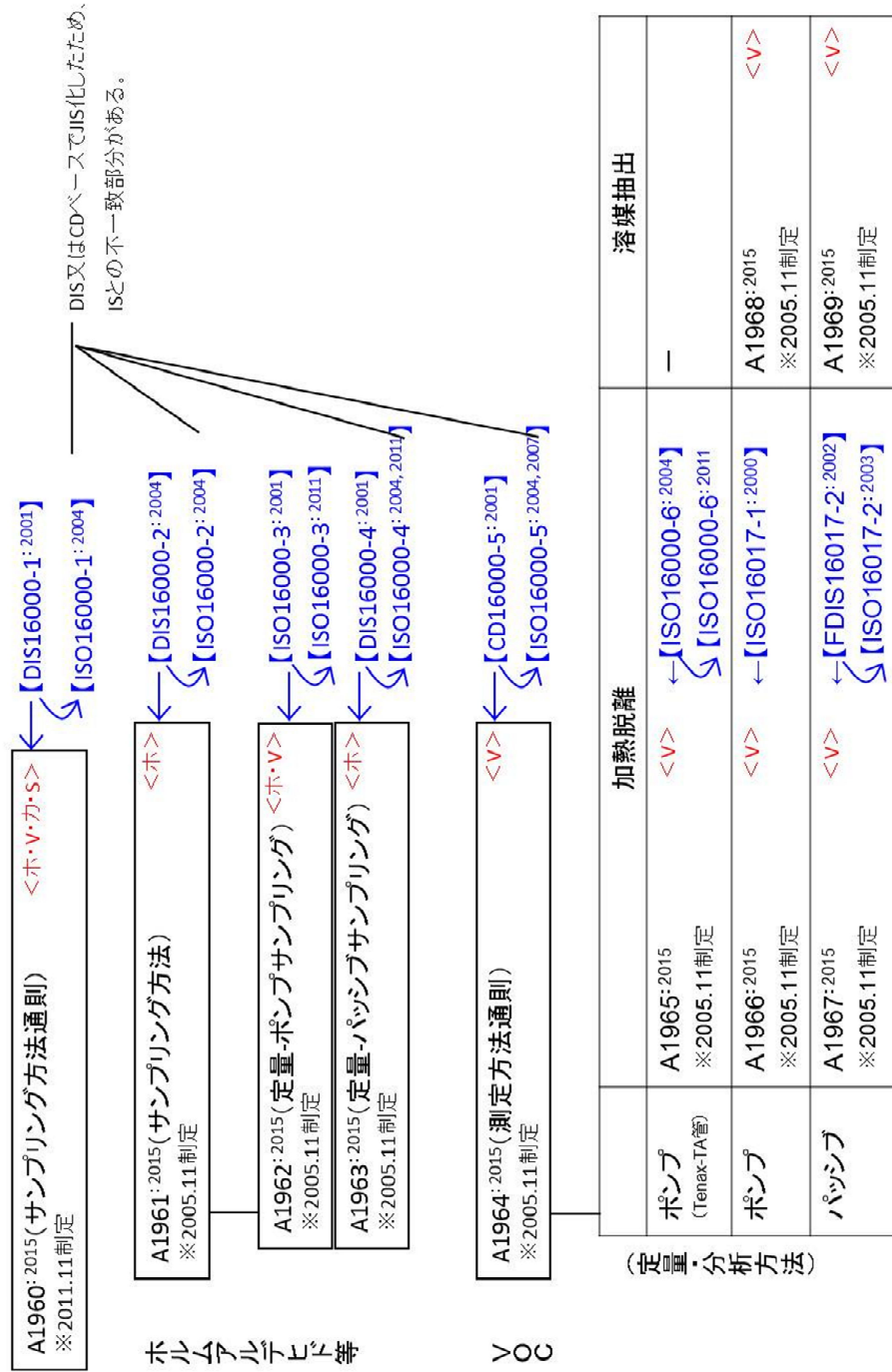


図3 JISとISOの関係(その2 - 室内空気<10規格:国交省所管>)

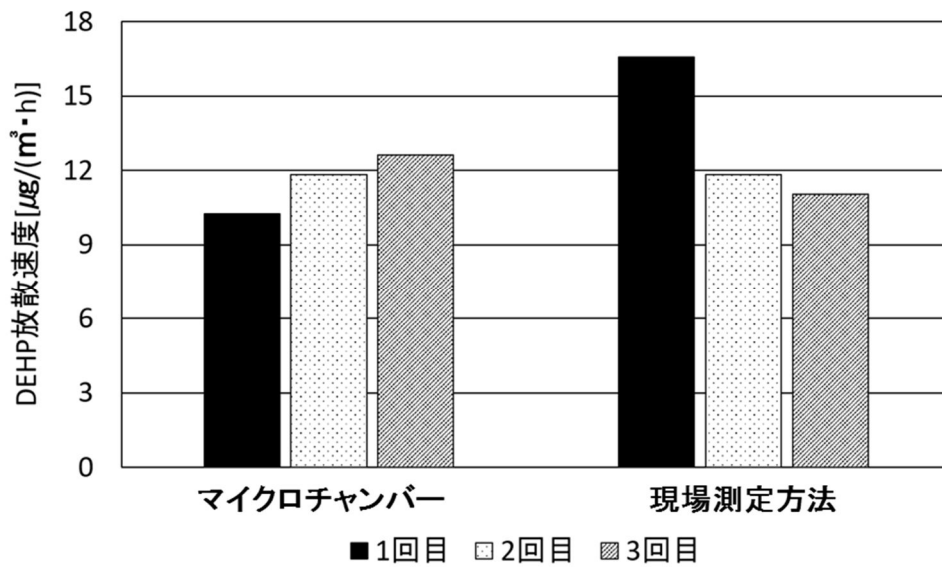


図4 DEHP 放散速度

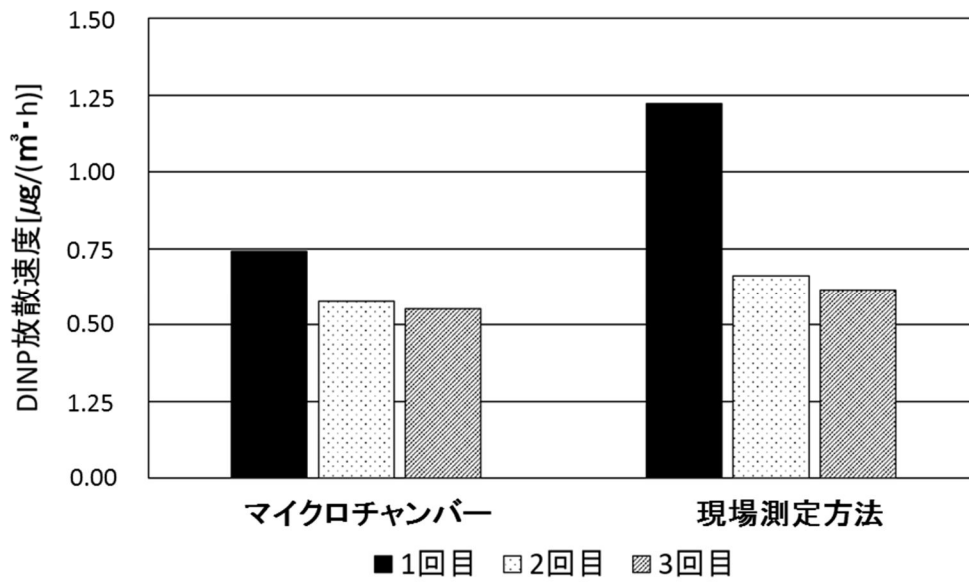


図5 DINP 放散速度