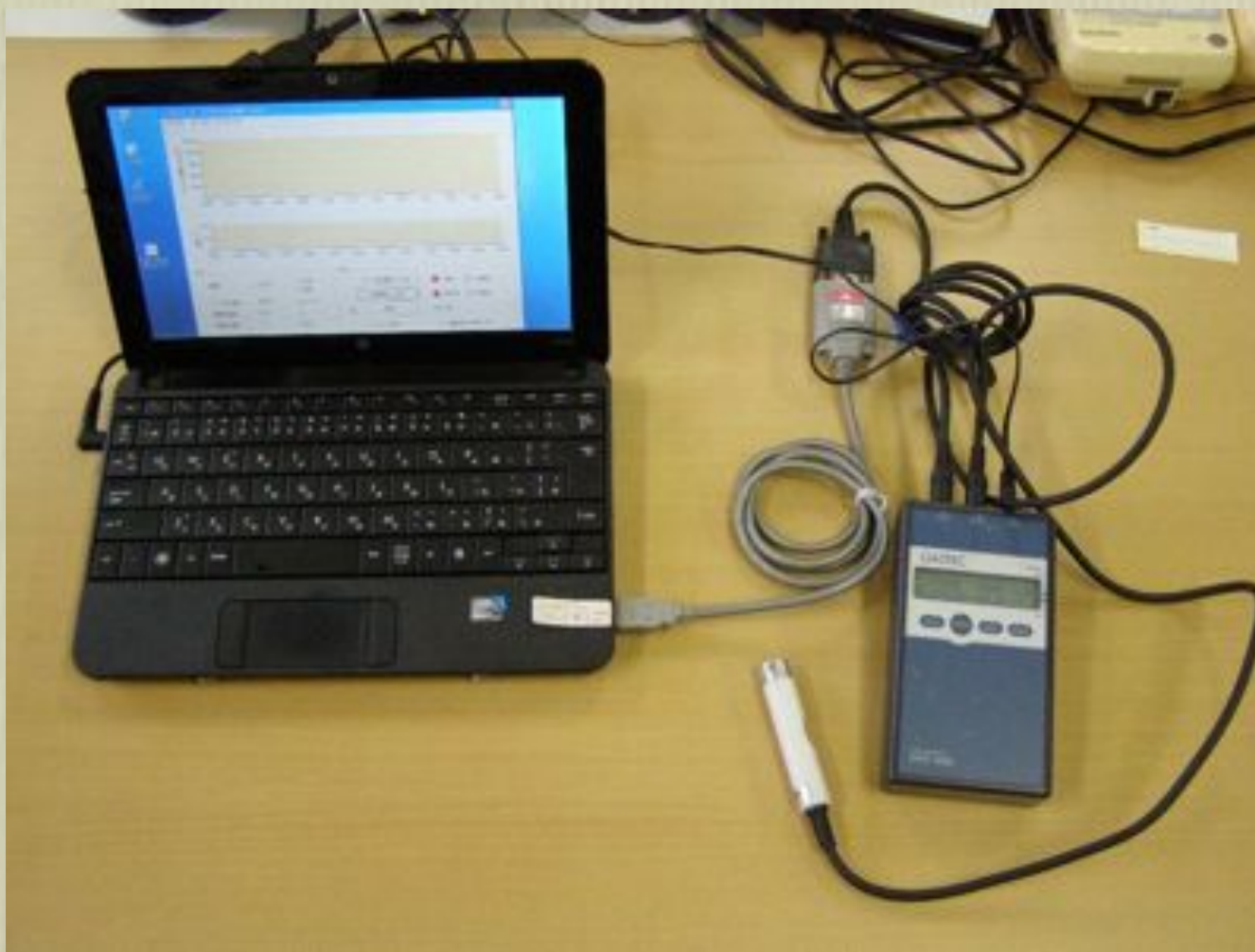


化学学生実験中の揮発性有機化合物の濃度調査および 化学物質曝露の低減に関する研究



2010.09.03 技術研修発表会

実験教育支援センター 宗潤子 花田逸子 森美穂 小向康夫

はじめに

- 化学系ワークショップ（大学間技術職員交流研修会）に参加

第1回 2008年2月20日 東京工業大学 大岡山キャンパス

『実験室の安全と管理』

第2回 2009年2月25日 東海大学 湘南校舎

『実験室の安全と環境』

第3回 2010年2月17日 横浜国立大学

『学生実験と安全衛生』

- なぜ参加？

＜第2回化学系ワークショップの案内＞（抜粋）

日時 2009年 2月 25日（水）
13:00 より受付

場所 東海大学湘南校舎（17号館、2階 研修室2）
校舎周辺地図
校舎敷地内地図

テーマ 『実験室の安全と環境』

講演、 東海大学理学部化学科 関根嘉香 准教授

参加費、 4000円（懇親会費）

施設見学
化学系学生実験室、高度物性評価施設、放射線管 ~~センター~~

＜講演の概要＞

- ハウスシック症候群などにも見られる化学物質過敏症が教育現場でも問題となってきた。
- 化学物質に対する過敏な体質は繰り返し化学物質に曝露されることにより発症し、発症後は情緒が不安定となり学習能力にも影響を及ぼすことがわかっている。
- 実験前にMSDS(Material Safety Data Sheet)を用いて実験に使用する物質の危険性を説明し、その後に実験を行うと、曝露濃度(実験中の不用意な曝露)が低減された。

＜リスクコミュニケーション＞

衛生委員会とは？（慶應内では衛生小委員会）

常時使用する労働者が50人以上の事業場（全業種）

＜労働安全衛生法＞

（衛生委員会）

第十八条 事業者は、政令で定める規模の事業場ごとに、次の事項を調査審議させ、事業者に対し意見を述べさせるため、衛生委員会を設けなければならない。

- 一 労働者の健康障害を防止するための基本となるべき対策に関すること。
- 二 労働者の健康の保持増進を図るための基本となるべき対策に関すること。
- 三 労働災害の原因及び再発防止対策で、衛生に係るものに関すること。
- 四 前三号に掲げるもののほか、労働者の健康障害の防止及び健康の保持増進に関する重要事項

作業環境測定とは？

＜労働安全衛生法＞

（作業環境測定）

第六十五条 事業者は、有害な業務を行う屋内作業場その他の作業場で、政令で定めるものについて、厚生労働省令で定めるところにより、必要な作業環境測定を行い、及びその結果を記録しておかなければならない。

＜労働安全衛生法施行令＞

（作業環境測定を行うべき作業場）

第二十一条 法第六十五条第一項の政令で定める作業場は、次のとおりとする。

- 一 土石、岩石、鉱物、金属又は炭素の粉じんを著しく発散する屋内作業場で、厚生労働省令で定めるもの
- 二 暑熱、寒冷又は多湿の屋内作業場で、厚生労働省令で定めるもの
- 三 著しい騒音を発する屋内作業場で、厚生労働省令で定めるもの
- 四 坑内の作業場で、厚生労働省令で定めるもの

五 中央管理方式の空気調和設備（空気を浄化し、その温度、湿度及び流量を調節して供給することができる設備をいう。）を設けている建築物の室で、事務所の用に供されるもの

六 別表第二に掲げる放射線業務を行う作業場で、厚生労働省令で定めるもの
労働省令で定めるものを行う屋内作業場

例：弗化水素、・・・

＜労働安全衛生法施行令＞

七 別表第三第一号若しくは第二号に掲げる特定化学物質を製造し、若しくは取り扱う屋内作業場、石綿等を取り扱い、若しくは試験研究のため製造する屋内作業場又はコークス炉上において若しくはコークス炉に接してコークス製造の作業を行う場合の当該作業場

八 別表第四第一号から第八号まで、第十号又は第十六号に掲げる鉛業務（遠隔操作によつて行う隔離室におけるものを除く。）を行う屋内作業場

九 別表第六に掲げる酸素欠乏危険場所において作業を行う場合の当該作業場

十 別表第六の二に掲げる有機溶剤を製造し、又は取り扱う業務で厚生労働省令で定めるものを行う屋内作業場

例：アセトン、酢酸エチル、ジクロルメタン、メタノール・・・

<目的>

化学の学生実験中には様々な薬品が使われているが、実験方法を工夫したり換気方法やマスク等の使用により化学物質の曝露を減少する工夫がなされている。しかし中には化学物質に対する過敏な反応を示す学生もあり、実験環境には常に注意が必要である。

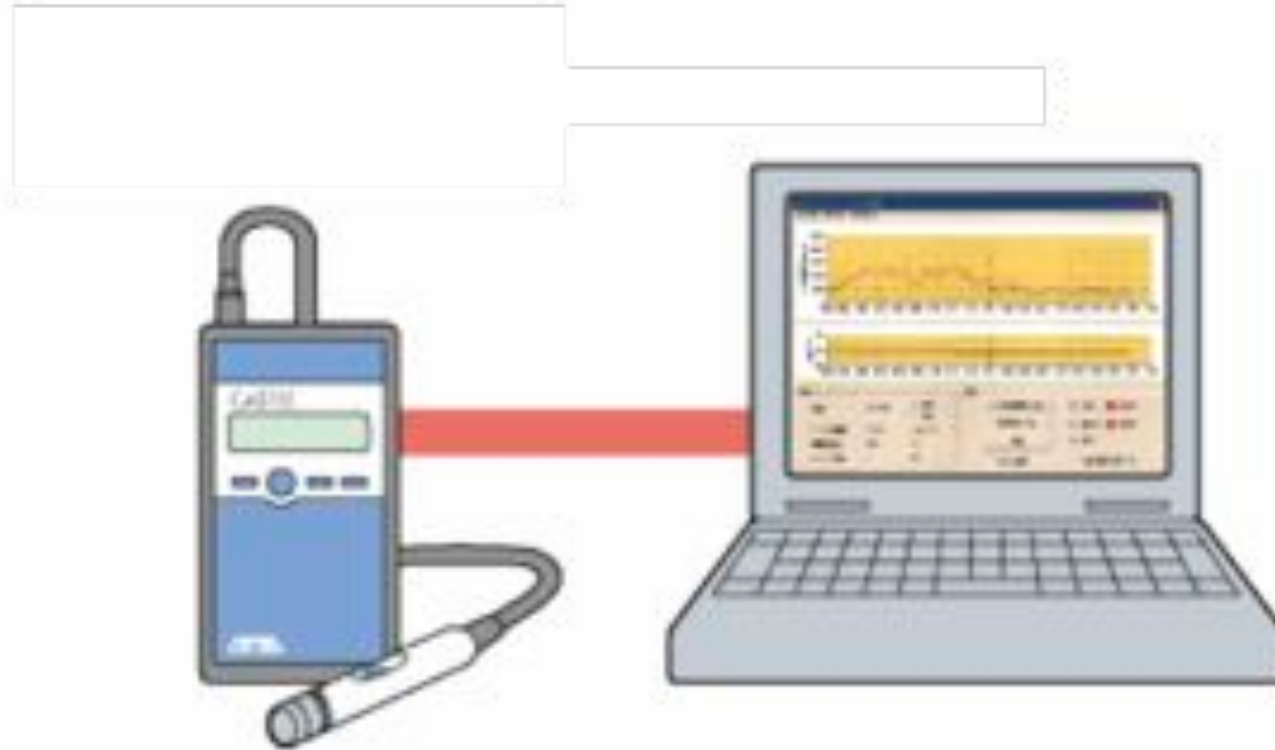
そこで本研究では学生実験中のVOC（揮発性有機化合物）濃度をリアルタイムで測定し、実験内容と実験環境の関連および学生の状況を調査すること、またMSDS（Material Safety Data Sheet）を用いた実験前の化学物質に対する学習による化学物質曝露の低減の効果を調査することを目的とする。

MSDS (Material Safety Data Sheet) とは？

MSDS (化学物質等安全データシート) とは、Material Safety Data Sheet の頭文字で、物質を譲渡提供する事業者が交付する文書で、内容は、物質の名称、性質、危険有害性の種類、取り扱い上の注意など (JIS) が書かれている。

＜測定方法＞

- 学生実験中、TVOCを測定



GVC-1000

測定用PC

VOC：揮発性有機化合物 (Volatile Organic Compounds)

塗料、印刷インキ、接着剤、洗浄剤、ガソリン、シンナーなどに含まれるトルエン、キシレン、酢酸エチルなど <有機溶剤>

VOCモニター：GVC-1000



検知原理：半導体式ガスセンサ(拡散式)

検知対象ガス：トルエン,キシレン,エチルベンゼン,スチレンを主とした各種VOCガス

検知濃度範囲 (設定1)1~1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

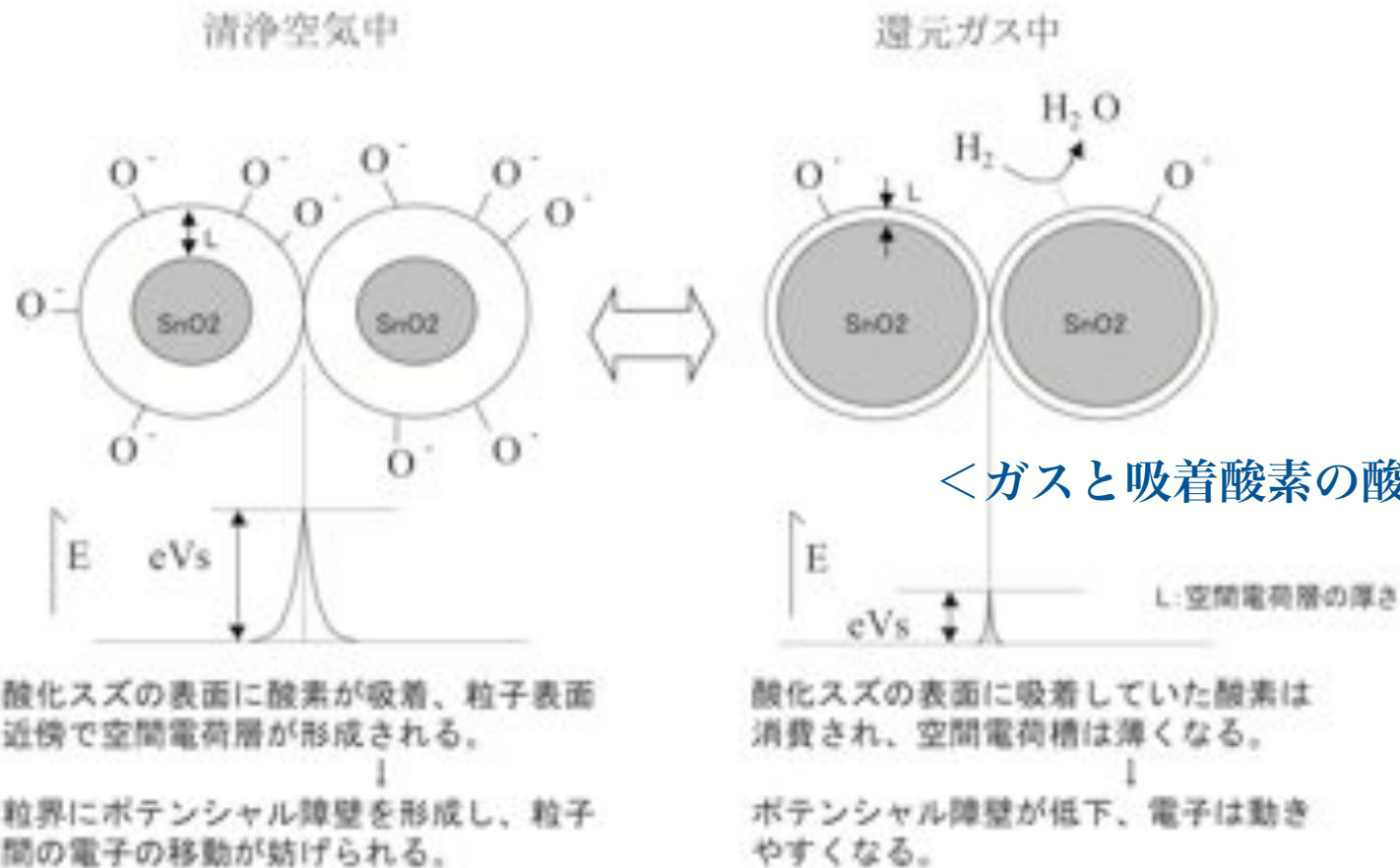
(設定2)1~10000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

1分間隔(1分間平均値を表示)

本体価格：約22万円

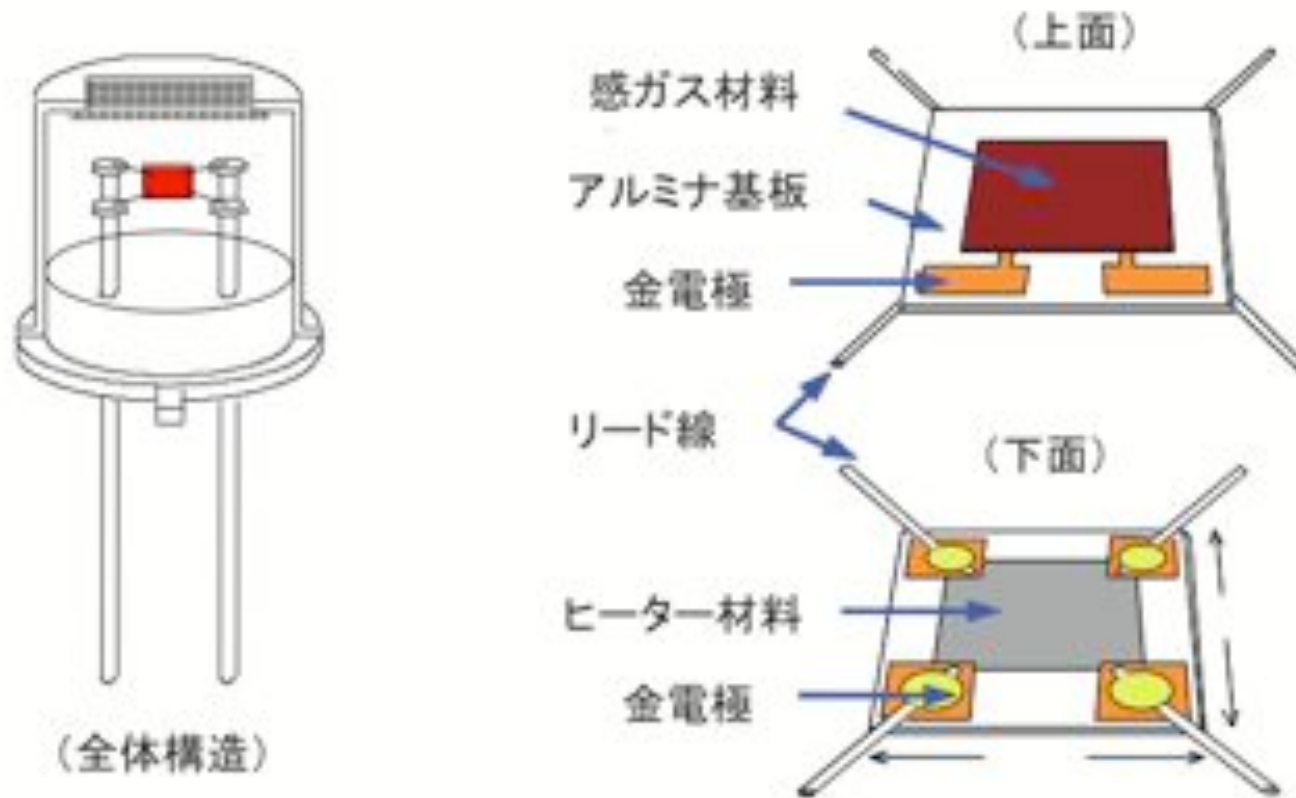
＜半導体ガスセンサ 1＞

400℃程度の高温に保つ
と、自由電子が酸化スズの
粒界を流れる



酸素による電子親和力で酸化
スズ中の自由電子をトラップ
して、粒界に障壁を形成

＜半導体ガスセンサ 2＞

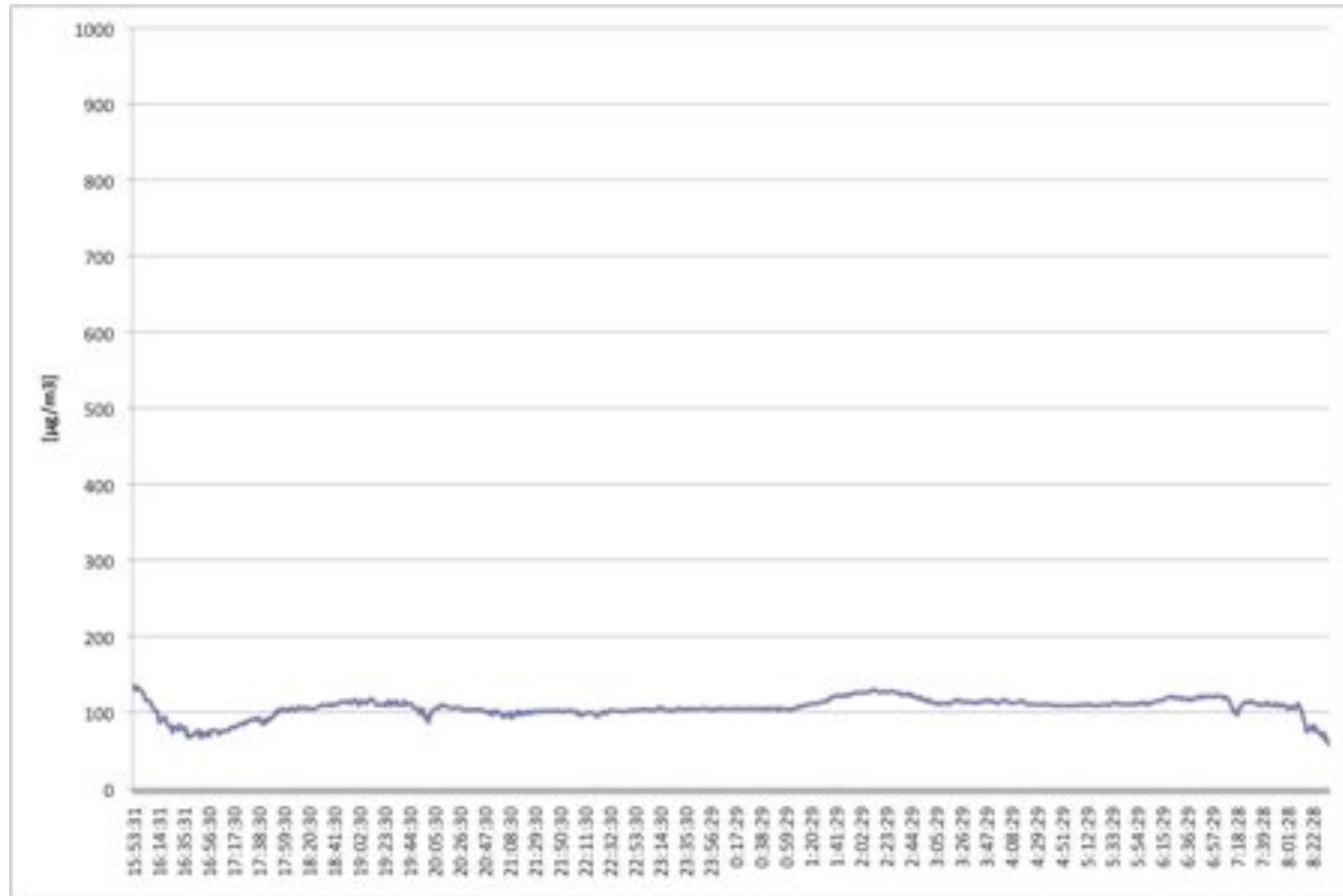


感ガス材料＝酸化スズの粉体を焼結＋触媒を添加

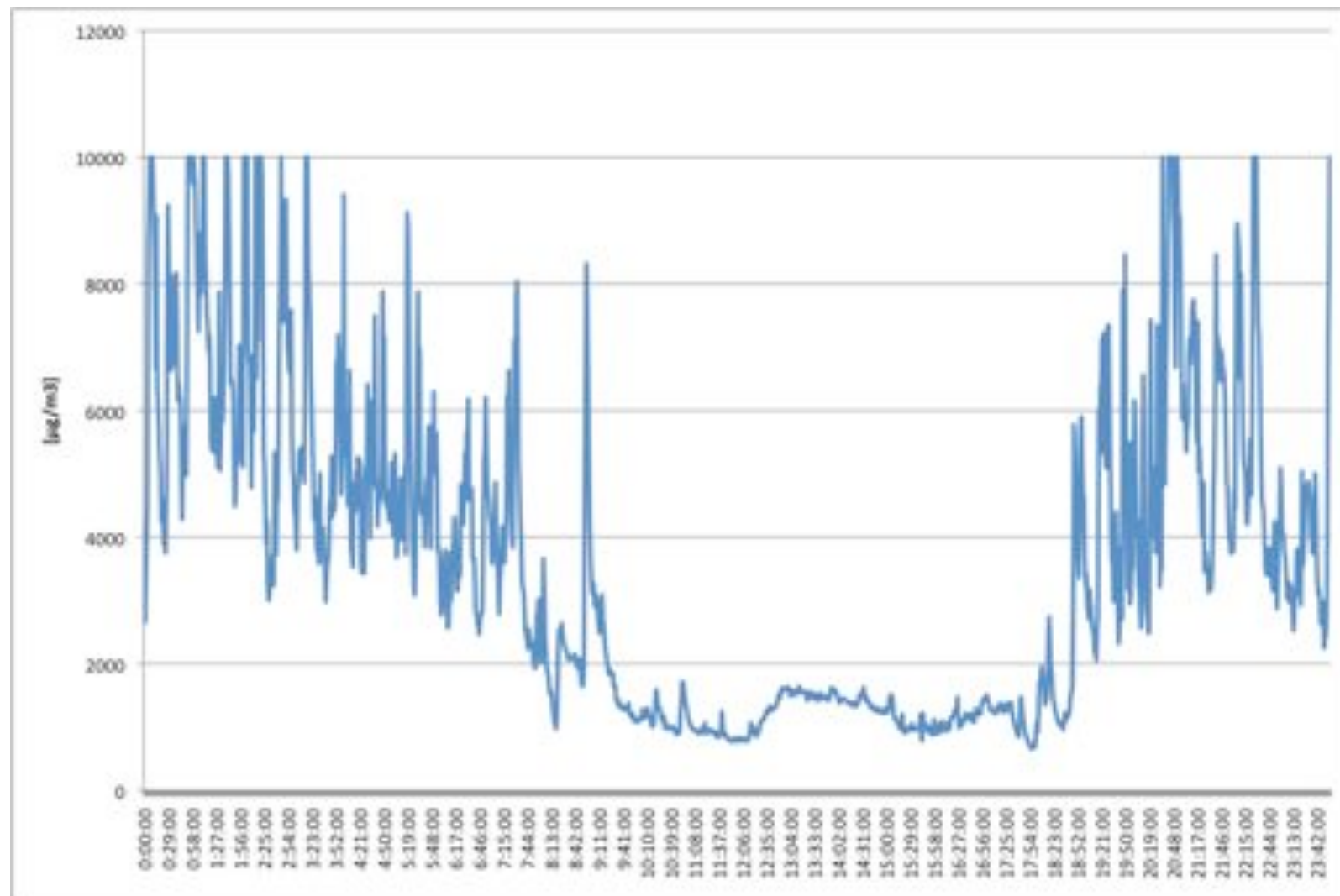
検知対象ガスによって決定

$\text{Pd}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$

＜電気系共通実験室＞

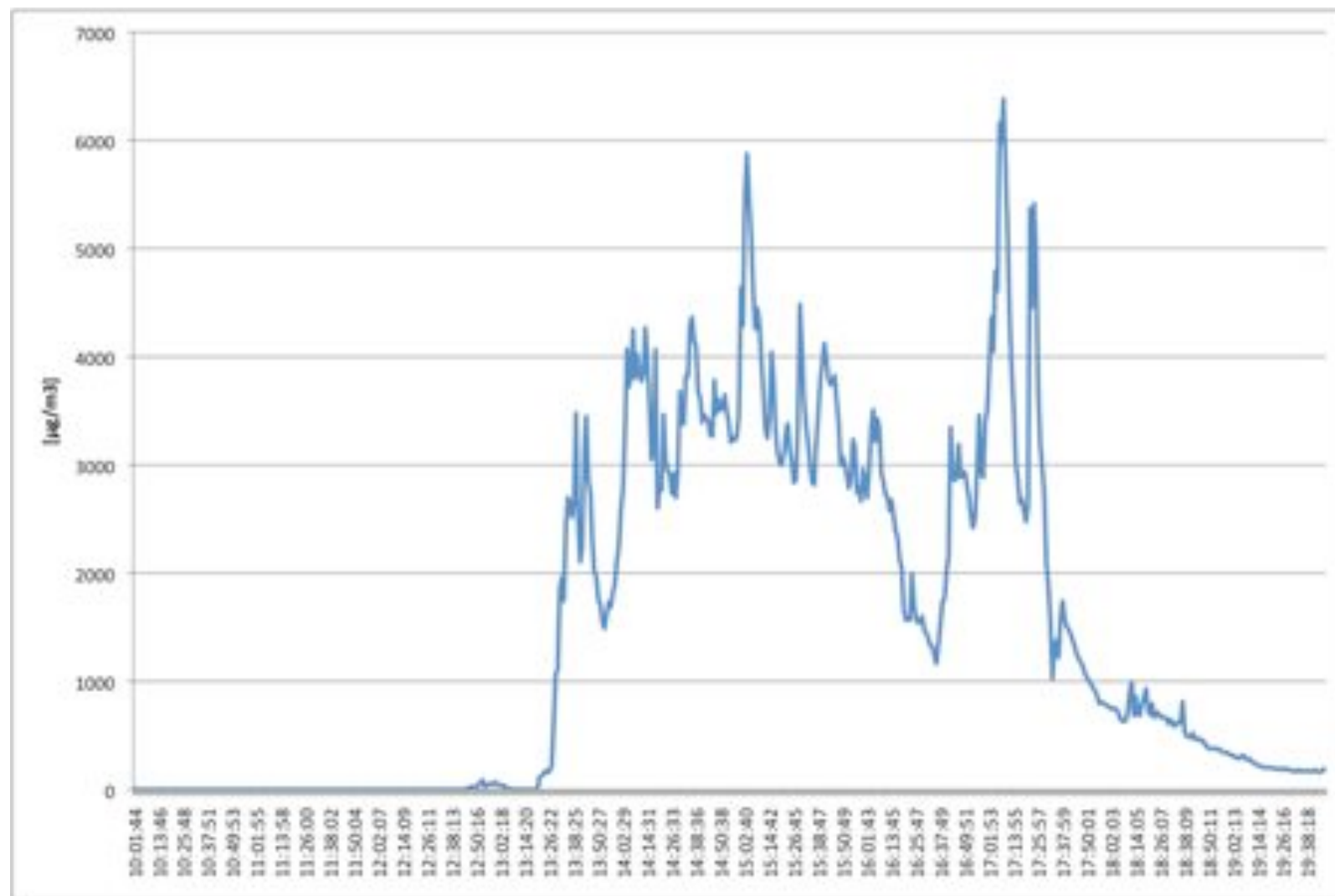


＜理工学部某研究室＞

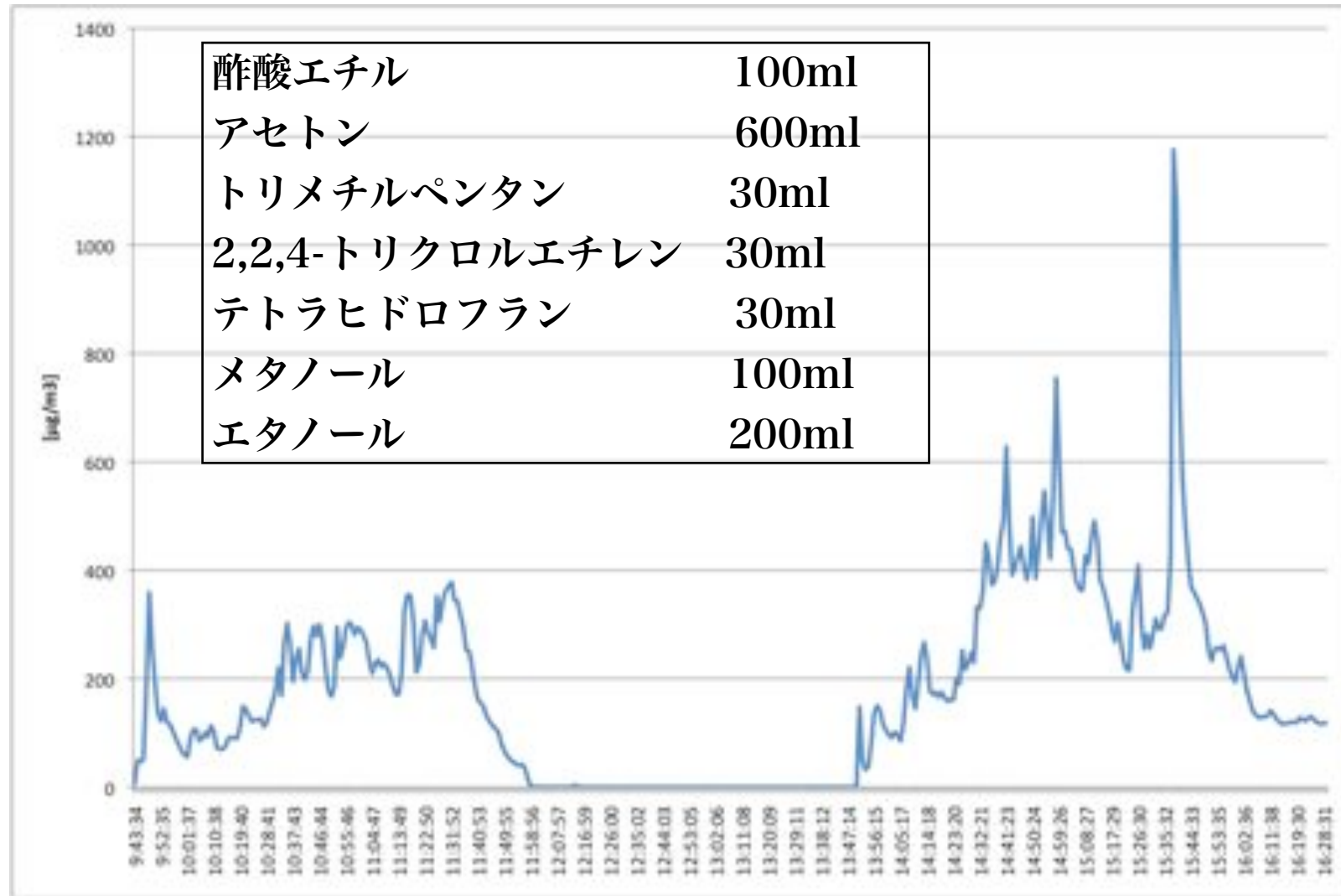


＜応用化学科学生実験室＞

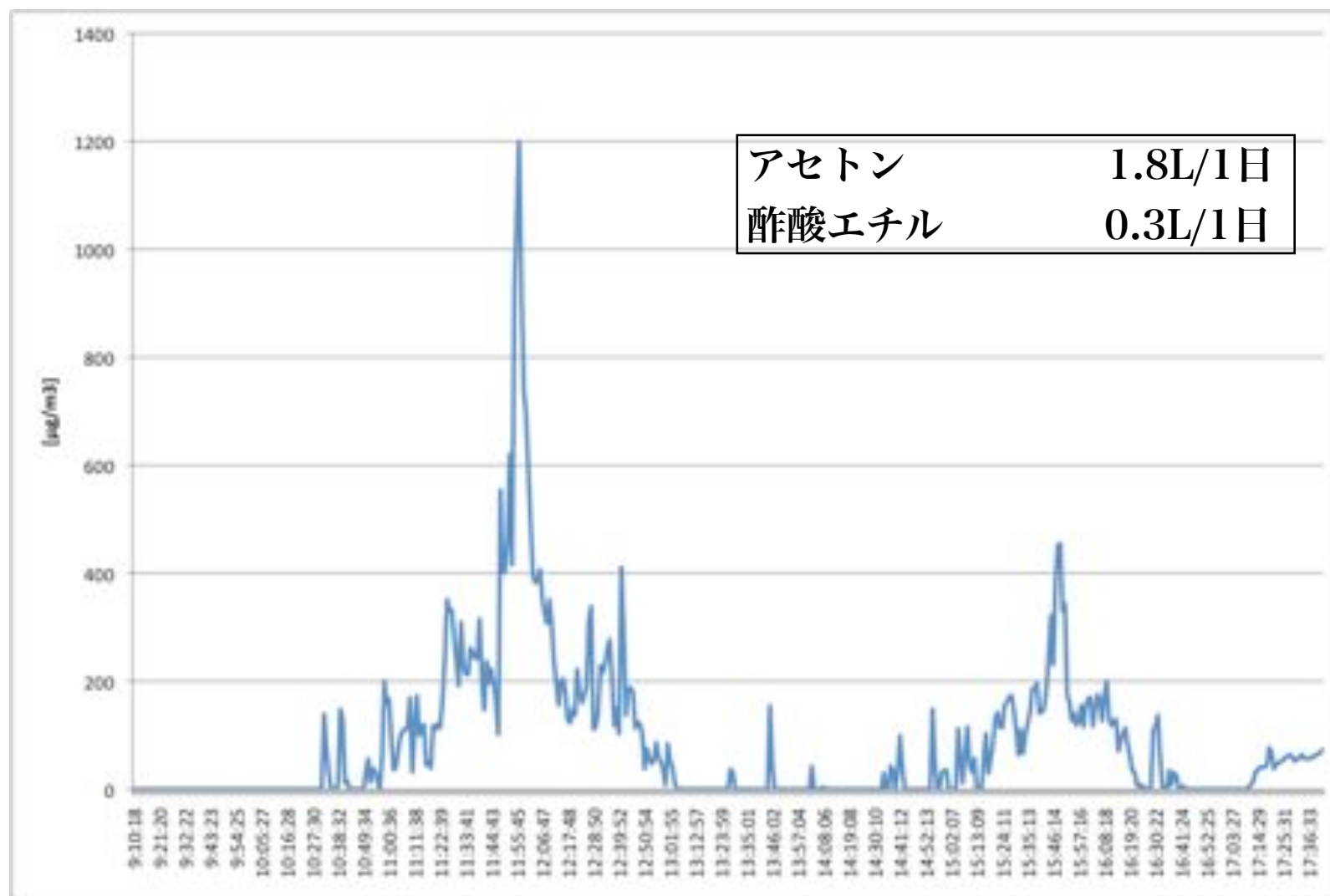
15テーマ/1日



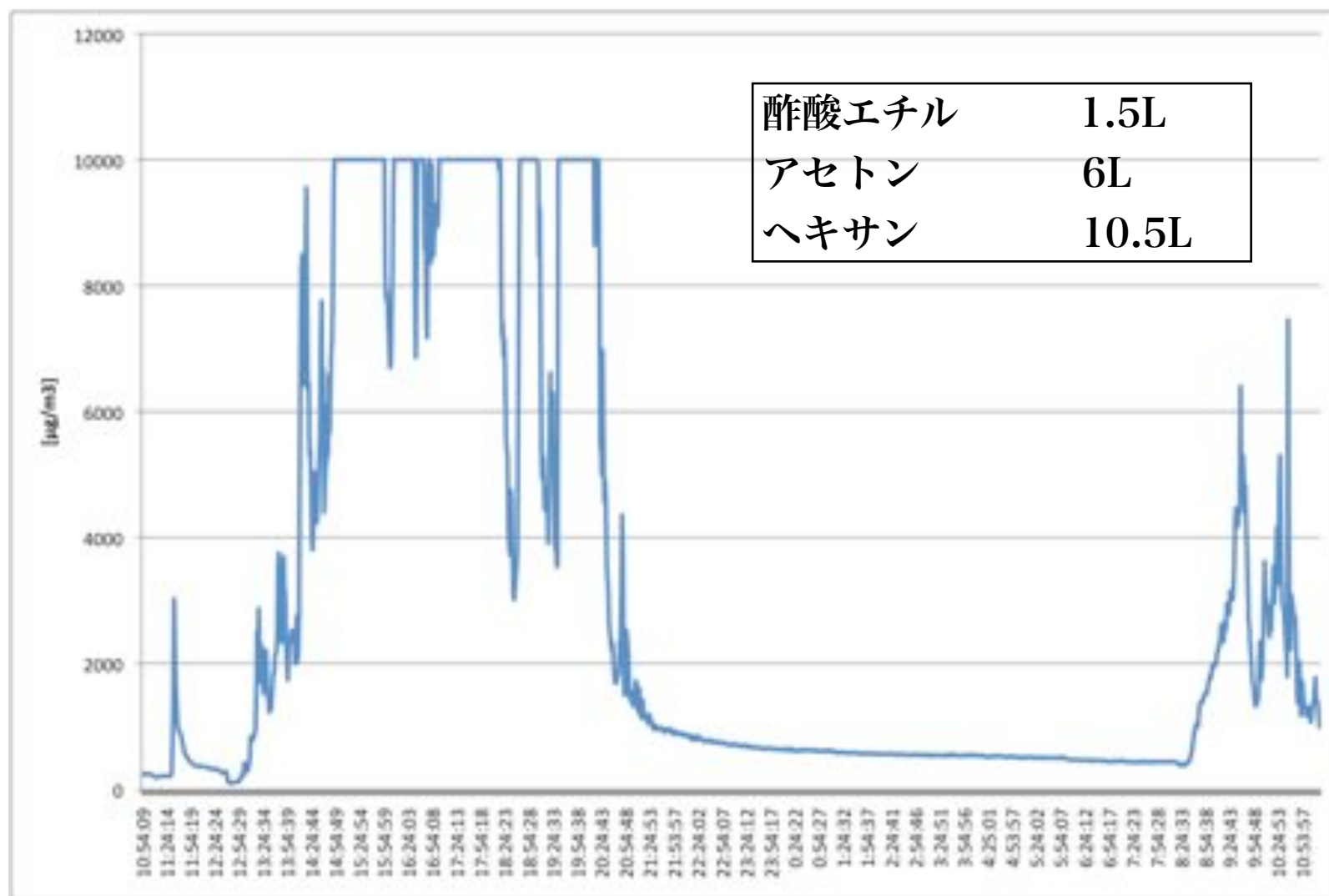
＜基礎教室自然科学実験「酢酸エチルの合成」付近＞



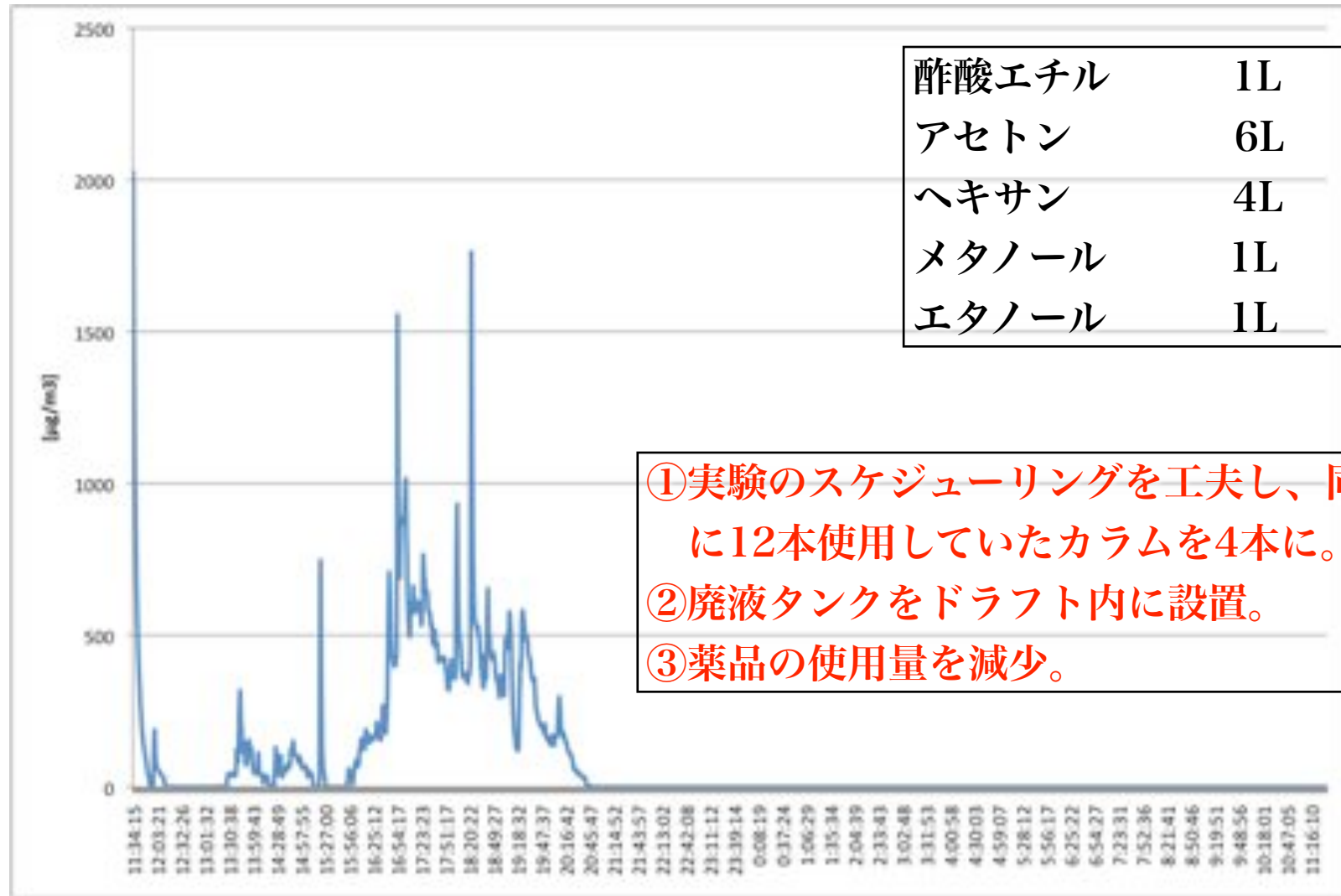
＜基礎教室基礎化学実験「アズラクトンの合成と同定」付近＞



<化学科学生実験室（有機実験）>



<化学科学生実験室（天然物実験）>



- ①実験のスケジューリングを工夫し、同時に12本使用していたカラムを4本に。
- ②廃液タンクをドラフト内に設置。
- ③薬品の使用量を減少。

<各実験室の状況>

部屋番号	体積	人数
基礎教室：7 3 4 (自然科学実験)	1653.75 m ³	約80人
基礎教室：7 3 3 (基礎化学実験)	1455.3 m ³	約90人
応用化学科学生実験室	$876 \times 2 = 1752 \text{ m}^3$	100～ 120人
化学科学生実験室	448.8 m ³	40 ～ 50人

＜作業環境測定①＞

作業環境測定計画の作成

有害物質の確認

使用している薬品の缶の表示（例えば、5%以上の有機溶剤は表示義務があります）や製品安全データシート（MSDS）で確認。

単位作業場所の設定

図面などから、作業環境管理の対象となる区域、有害物質の分布状況や作業者の行動範囲などを考えて、測定計画を立案します。

測定日の設定

2日測定が基本です。有害物を使用する定常的（普通の）作業日を選び、状態の安定しない作業開始後の1時間を除きます。

<作業環境測定②>

測定点（測定する位置）の設定は次の二法

<A測定>

空気中の有害物質濃度の空間的・時間的変動の平均的な状態を把握するために、6 m以内の等間隔（方眼紙のよう）に測定。

<B測定>

A測定を補なうための測定で、作業者の曝露が最大と考えられる場所と時間で測定。

今回の測定はこの方法に近い

サンプリング（検体の採取）

A測定点は5点以上・10分以上、B測定点は10分間です

<作業環境測定③>

管理区分の決定

作業環境測定の評価

A測定では第1、2評価値と管理濃度Eの比較

B測定では管理濃度及び管理濃度Eの1.5倍の値と比較。

A測定の評価

第1管理区分： $E_{A1} < E$

第2管理区分： $E_{A1} \geq E \geq E_{A2}$

第3管理区分： $E_{A2} > E$

B測定の評価

第1管理区分： $C_B < E$

第2管理区分： $C_B \geq E \geq C_B/1.5$

第3管理区分： $C_B/1.5 > E$

総合評価：総合評価はA、B測定の評価の悪い方をとる。

評価値（サンプルを分析し、計算から次の2値を求める）

第1評価値 E_{A1} （高濃度側から5%相当）

第2評価値 E_{A2} （算術平均値）

B測定の値を C_B とします。

<トルエン換算値>

トルエンの管理濃度は20ppm

平成21年7月1日改正 (50ppm → 20ppm)

$$PV=nRT : R=0.082 \text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$n = PV/RT \rightarrow m = MPV/RT = 92 \times 1 \times 20\text{ppm} / (0.082 \times 298)$$

$$=75.298 \times 10^{-6} [\text{g/L}] = 75.298[\text{mg/m}^3] \quad (1\text{L} = 10^{-3} \text{ m}^3)$$

$$=75298 \mu\text{g/m}^3$$

第1管理区分：CB<E

厚生労働省「シックハウス症候群に係るガイドライン」の
室内濃度指針値はTVOCの暫定目標値<400 $\mu\text{g/m}^3$ >

管理区分の意味と結果の活用

第1 管理区分

ほとんどの場所（95%まで）で、管理濃度未満であり、作業環境管理は適切。

＜この作業場は規制緩和の対象＞

第2 管理区分

平均は管理濃度を超えない状態。（良好ではないが、危険でもない）

＜今後も、点検・改善の努力が必要＞

第3 管理区分

平均が管理濃度を超える、B測定値が管理濃度の1.5倍で、作業環境管理は適切でない、という危険な状態。

点検・改善を実施し、その効果を確認する必要がある。

（防毒マスクなどの保護具の使用や、健康診断の実施も考慮）

まとめ

- ・ 化学系学生実験室でVOC濃度の測定をおこなった。
- ・ 実験方法の変更によりVOC濃度の低下が確認された。

今後の予定

- ・ MSDS (Material Safety Data Sheet)

＜曝露の低減＞

本研究は、慶應義塾学事振興資金及び理工学部技術系職員
研修委員会の補助によりおこなうことができました。
ここに、厚く御礼申し上げます。

おわり