

実験等における事故防止について

実験・実習の際には、教職員の指示に従い、事故防止に努めてください。

こんな**事故**が過去に起こっています。

番号	事故例	概要
1	実験中に保護メガネを着用しなかったため、溶液が目に入った。	試験管から測定用ガラスセルに溶液を移す作業中、下にあった別の溶液のビーカーにこぼれ落ちたしずくが跳ね、目に入った。保護メガネは着用していなかった。
2	実験機器の爆発	微粒子を作製する実験のため、可燃性ガスと支燃性ガスを混合し放電させたところ、機器内で爆発が起こり、アクリル板の蓋が粉々に吹き飛んだ。爆発の影響による外傷等はなかったが、事故後の片付けの際に貧血で倒れ、実験台の角にぶつかり額等を切る怪我をした。
3	工作機械による指先の切断	大きな金属板を切断するため、足踏切断機を使用し切断加工を行っていたところ、思いがけず足が足踏み台に接触したらしく、刃が下降し、左手のなか指及びびくすり指の先を切断する怪我を負った。
4	ガスボンベからのガス漏れ	高圧ガスを使用した実験終了後にガスボンベの元栓を閉めず、また、レギュレーターが故障していた（元栓が開いた状態で2次側バルブを閉めると2次圧を示すゲージが上昇し、安全弁が開放する）ため、ガスが漏れ、実験室及び周辺の部屋に悪臭が発生した。人的被害はなし。
5	配線コードからの発火	電気計装作業中、電圧測定器に接続していたコードを束ねて使用していたため発熱し、被覆が溶けて発火した（推定）。人的被害はなし。
6	実験機の上板による事故	実験機の上板をクレーンで吊るしていたことを忘れ、上板に右眉をぶつけて切った。
7	ガス充填中の事故	ガス充填中にガラス瓶が破裂し、ガラス片が飛び散り、左手薬指を2cm程度切った。
8	足を滑らせて転倒	実験材料を取りに行く際、足を滑らせて転倒し、資材置き場の仕切りブロックであごを裂傷した。
9	ガラス製トラップ破損	トラップ入り口側の耐圧ゴム管をはずした際に中の液体が大気圧により急に出口側に押し出され、その勢いでガラス製トラップが破損し、飛散したガラス片で長さ15cm程度の浅い切り傷を負った。
10	カッターの砥石の破片による切り傷	鉄の丸棒をファインカッターで切断中、回転している砥石が破損し破片が飛び散り、その一部が右目の目元付近に当たり、2cm程度の切り傷を負った。
11	ホットプレート過熱によるアセトン引火	チタン粉末と水酸アパタイト粉末および少量のアセトンを混合した粉体を金属製プレートに投入し、ホットプレートで加熱していた所、アセトンが引火して炎が生じた。
12	エッチング処理中のガラス薬品ビンの破裂	別々に作製した濃度の異なる硝酸と塩酸を混ぜたエッチング液の廃液を一つのガラス瓶に混ぜ、ふたをしたところ、瓶が破裂・飛散し、ドラフトチャンバー前面ガラスが破損した。
13	試料と固定バイスに手を挟まれ、左手親指を怪我した。	半円柱の金属材料を、帯のこ切断機を用いて切断するため、帯のこ切断機の台にバイスで固定しようとした際に、材料を押さえていた左手親指をバイスと材料の間にはさまれた。
14	濃硫酸による化学熱傷	強酸化性溶液の入ったビーカーを手を滑らせて落とし、ビーカーが割れて溶液が手足にかかった。

番号	事故例	概要
15	電源を切断し忘れたことによる火災	プラスチック水桶内のヒーターが過熱され、水桶内の水が蒸発して「空だき」の状態となり、ヒーターの熱でプラスチックが発火し、研究室内の一部を延焼した。
16	実験中に有機溶剤に引火	微粒子を分散させた有機溶剤にパルスレーザーを照射する実験を行っていたところ、有機溶剤に引火した。
17	乾燥炉の故障による火災	鉄筋の錆を落とすために乾燥炉を稼働させていたところ、乾燥炉の老朽化によって温度制限装置が故障していたため、温度が上がり続け出火し、乾燥炉の上にあった工具、電線、計測装置等が燃えた。
18	針刺し事故	有機合成実験を行っていた際、精緻な作業を行おうとして針を持っていた右手が過動し、左手手首に注射針を刺してしまった。
19	実験室でのぼや	アスファルト用容器の清掃時に、コンロの火炎がウエスに引火し、引火したウエスの火炎がそばにあった少量の灯油を含浸した別のウエスに燃え移ってしまった。
20	実験中に化学蓄熱実験装置から出火	化学蓄熱実験装置を使用した実験の事前準備として、油を投げ込み式の電気ヒーターで加熱中に、電気ヒーターが設置されている容器内の油から発火した。
21	万能試験機と治具による親指の挟まれ事故	試験治具を万能試験機に取り付けようとした際に、試験治具を支えている右手親指第一関節の半分が試験機に挟まれ、指の先端が裂ける怪我を負った。
22	切削油加熱実験中の引火事故	オイルミスト評価装置を用いて、切削油オイルのフィルターでの捕捉実験を行っていたところ、オイルに引火した。人的被害はなし。
23	石英管に金属試料を封入する作業中の石英管破損による手の切創	石英管をホースに取り付けようとした際に、必要以上の力をかけてしまい、破損した石英管で左手親指の付け根から人差し指の付け根までを深く切る怪我を負った。
24	休日夜間の火災	軽量作業台上およびその周辺の物品等を燃やす火災が発生した。人的被害はなし。
25	実験廃棄物の不始末による出火	実験で加熱した試料を手順に従わず廃棄したところ、ごみ箱内のゴミに引火した。人的被害はなし。
26	板状アスファルトコンクリートの残骸を打撃で分割する作業中での左手指挫減創	板状アスファルトコンクリートの残骸を屋外で床面に叩きつけて割る作業中、勢い余り割れて手元に残った残骸片と床面に指を挟み指挫減創を発症した。
27	管状電気炉ゴム栓発火	管状電気炉を 1000℃ で運転中、Ar ガスをフローさせていたムライト管両端のシリコンゴム栓が加熱されて発火した。

事故例 1	実験中に保護メガネを着用しなかったため、溶液が目に入った。
概要	試験管から測定用ガラスセルに溶液を移す作業中、下にあった別の溶液のビーカーにこぼれ落ちたしずくが跳ね、目に入った。保護メガネは着用していなかった。

1. いつ

学生実験中（平日、午後 4 時 40 分頃）

2. どこで

一般化学実験室

3. どんな事故

午後 4 時 40 分頃、学部第 1 学年学生が化学実験の実験中（実験テーマ：比色分析）、硫酸銅水溶液（濃度 $4 \times 10^{-2} \text{mol/l}$ ）とアンモニア水（ 8mol/l ）の混合溶液（銅アンモニア溶液）の吸光度測定を行うため、この溶液を試験管から測定用ガラスセルに移す操作を行っていたところ、**溶液がこぼれて**、ガラスセルの下にあった銅アンモニア溶液の入ったビーカー中にこぼれた溶液が落ちた。そのとき、ビーカー内の銅アンモニア溶液が**跳ね返り、それが左目に入ってしまった**。

4. どのように対処したか

すぐに大量の水で目を洗浄するよう、その学生に指示し、病院に向かうまでの 15 分間、教員が洗浄びん中の蒸留水で目の洗浄を続けた。

午後 5 時頃、職員に病院への同行を依頼し、**大学から病院まで目を洗い続けられるよう、水とタオルを準備して病院に向かわせた**。

午後 6 時 15 分頃、病院にて目の処置、目薬と飲み薬を処方してもらった当該学生は職員とともに大学に戻った。

5. 事故の原因は

学部 1 年生の化学実験授業では、毎回、実験前の諸注意のときに、安全対策として必ず保護メガネを着用して実験を行うように指導している。実験中の巡回でも、着用していない学生には着用するように注意を行っている。事故当日も同様に、実験前の諸注意で、学生には保護メガネを必ず着用するよう指示していた。**事故にあった学生だけが実験中に保護メガネを着用していなかった**ので、再三にわたり注意を行っていた。事故後本人に聞いたところ、事故時も保護メガネを着用していなかったということである。これが今回の事故の主原因である。

この日、事故にあった学生は操作についてもミスが多く、そのたびに注意を受けていた。試験の準備で寝不足もあったようで、注意力が低下していたのではないかと推測でき、これも原因の一つと考えられる。

6. どうすれば、防げるか？

本学開学以来、学部1年生の化学実験においてこのような事故が一度もなかったことを考えると、実験内容に問題はなく、**保護メガネさえ着用していれば防げた事故**である。

保護メガネとは？



(注：本件の事故の写真ではありません。)

事故例 2	実験機器の爆発
概要	<p>学生が、微粒子を作製する実験のため、可燃性ガスと支燃性ガスを混合し放電させたところ、機器内で爆発が起こり、アクリル板の蓋が粉々に吹き飛んだ。</p> <p>爆発の影響による外傷等はなかったが、事故後の片付けの際に貧血で倒れ、実験台の角にぶつかり額等を切る怪我をした。</p>

1. いつ

大学院生の研究実験中（平日、午前 11 時頃）

2. どこで

学内共同教育研究施設実験室

3. どんな事故

大学院学生が、細線放電装置を利用した酸化物超微粒子の作製研究において、ガスの熱伝導度を変化させて生成するナノ粒子の粒径や構造を制御する事を目的にして、アンモニアと酸素ガスを混合し、全圧 0.5 気圧とした中で放電を行った。この結果、爆発が起こり、装置の蓋であるアクリル板が破損・飛散し、蛍光管と手鏡を破砕した。

約 20 秒後職員が到着し、大学院学生が徒歩で室外に退出していたのを視認した。当人から爆発があったことの報告を受け、この時無傷であることを確認した。ガス閉鎖、電源遮断などの後処理を行っている最中、大学院学生が貧血により床に倒れ、この際実験装置の角に顔面を打ち付けた結果裂傷と出血を引き起こした。

4. どのように対処したか

職員が 119 番と研究推進課に電話連絡し、病院にて治療を行った。血圧低下のために点滴を行い、裂傷を縫合した。血液検査の結果が正常であったため、同日午後 5 時に帰宅。

5. 事故の原因は

大学院学生がアンモニアを可燃性ガスと認識せず、酸素と混合した後放電させたために爆発し、装置が破損した。

6. どうすれば、防げるか

- (1) 安全教育 安全教育を行う。これまでは講義のみであったので、習熟度確認のためのテストを行った。
- (2) 掲示 危険、可燃性がある薬品、ガスおよびその組み合わせを実験室に掲示した。
(写真 2)
- (3) 実験計画 新しい薬品・ガスを使った実験を始める際には、教員と相談する。

(4) 機器対策 3台の装置のうち、容積20リットル以上の大型チャンバー2台には、万一爆発しても安全な方向に内圧を逃がす安全弁として、ラプチャーディスクを発注した。

アクリル製フランジを、脆性破壊しにくい金属製フランジと交換する。

ガス配管を間違わないように、配管にガス種を記載した。(写真3)

配線むき出し部分での感電事故を防止するため、アクリル製カバーを発注した。

充電・放電時の感電を防止するため、充電時に点灯する赤ランプを発注した。またギャップスイッチ間を手動で導通させるスイッチを廃止し、電気駆動による遠隔操作放電スイッチを設置した。(写真4)

(5) リスクアセスメント **リスクアセスメントを行い、危険性予知と対策**を行う指針とした。

(6) 実験手順書 **実験手順書(装置マニュアル)を整備**した。

写真1 事故を起こした装置



写真2 危険、可燃性がある薬品、ガス及びその組み合わせの掲示



写真3 ガス種の表示

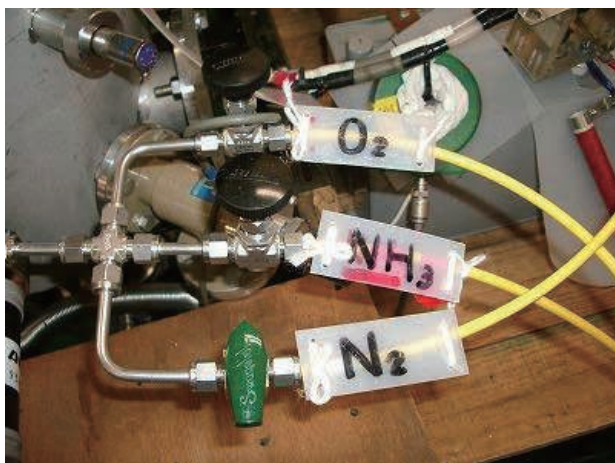


写真4 遠隔操作放電スイッチ



事故例 3	工作機械による指先の切断
概要	学生が、大きな金属板を切断するための足踏み切断機を使用し、数センチ角の銅板加工を行った。作業中、足が足踏み台に接触したらしく刃が下降してきて、左手の中指及び環指の双方の先を切断する怪我を負った。

1. いつ

実験用の銅板加工中（平日、午後 2 時頃）

2. どこで

共通工作室

3. どんな事故

大学院学生が、銅板（厚さ 1 mm）を足踏み切断機にて 1 人で加工中に指先を切断した。（本人にその当時の状況を後に救急車の中及び手術後に聞いたが、セットして足が足踏みに接触したら刃が下降したとのことであるが、気が動転していて良く覚えていない様子だった。）

4. どのように対処したか

本人はあわてて近くの研究室に切断された指を持参して助けを求めた。居合わせた研究室の学生 2 名が主として対応した。まず、119 番通報。前室にいた教員の指導の下、止血、ビニール袋で手及び切断した指をそれぞれ防水し、バケツに満たした氷水中に保存した。また、指導教員に電話連絡。指導教員は系長に連絡し、一緒に現場に向かった。その後、体育・保健センターに連絡し、医師と保健師が駆けつけて処置。学生支援課に連絡し、学生保護者へ連絡。

午後 3 時頃、病院に救急車で到着。直ちに処置を開始し、検査とレントゲン撮影を行った。午後 4 時半から手術開始し午後 6 時半頃手術が終了した。

5. 事故の原因は

大きな金属板を切断するための足踏み切断機を数センチ角のサンプル切断に使用したこと。

6. どうすれば防げるか？

- (1) サンプルに見合った工作法を検討し、危険を最小限にする。
- (2) 学生実験のガイダンス時の安全教育において機械工作機器に対する教育を加え、これまで学内で生じた事故例について具体的な説明と注意喚起を行う。
- (3) 足踏み切断機の前に、「足踏み切断機使用上の注意」掲示。
- (4) 共通工作室の使用時間の厳守。緊急時の対応のため、工作室は 2 人以上で使用する。
- (5) 足踏み切断機のサンプルを置くスペースに指先を入らないような装置に改造。

足踏み切断機（改善前）



足踏み切断機（改善後）



事故例 4	ガスボンベからのガス漏れ
概要	高圧ガスを使用した実験終了後にガスボンベの元栓を閉めず、また、レギュレーターが故障していた（元栓が開いた状態で2次側バルブを閉めると2次圧を示すゲージが上昇し、安全弁が開放する）ため、アンモニアが漏れ、実験室及び周辺の部屋に悪臭が発生した。人的被害はなし。

1. いつ

研究実験後（平日、午後1時頃）

2. どこで

学内共同教育研究施設実験室

3. どんな事故

設置の実験装置周辺からアンモニア（NH₃）が漏れたため、研究室および隣の研究室に**悪臭が発生**した。

4. どのように対処したか

ガスボンベの元栓を閉め、部屋の換気を行った。



写真1
問題のあったレギュレーター

5. 事故の原因は

2日前にNH₃を使用する実験を行った。**実験終了後、NH₃ボンベの元栓を閉めなかった（閉めるルールになっていなかった）**。事故後の調査で、このボンベのレギュレーターには、ボンベ元栓を閉めずに2次側バルブを閉めると、2次圧を示すゲージが上昇する問題があったことが判明した。実験終了後2次圧が徐々に増加し、45時間ほど経過した事故発生日の午後1時ごろの時点で、レギュレーターの安全弁が開放になり、一気にガスが漏れたと考えられる。

6. どうすれば、防げるか

- (1) **実験の作業マニュアルを再作成し、ボンベの元栓の閉め忘れ、シリンダーキャビネットの排気スイッチ入れ忘れを防止する。**
- (2) 問題のあったレギュレーターは処分し、新しいレギュレーターを使用する。
- (3) シリンダーキャビネットを使用する。

図2のシリンダーキャビネット内は排気スイッチ入により排気され、ガスは屋外に放出される。今後は、このシリンダーキャビネットを利用し、ガス漏れが起こった場合にも屋内へのガス拡散を防止する。

- (4) NH₃に使用するレギュレーターは、必ずNH₃対応品の使用を義務付ける。腐食等で問題を発生させる場合があるため、1年に1度くらいの頻度で新品の内部部品を組み込んだ予備レギュレーターと交換する。



写真2
新たなシリンダーキャビネット

事故例 5	配線コードからの発火
概要	学生が、電気計装作業中、電圧測定器に接続していたコードを束ねて使用していたため発熱し、被覆が溶けて発火した（推定）。人的被害はなし。

1. いつ

電気計装作業中（平日、午後 6 時頃）

2. どこで

環境棟実験室

3. どんな事故

実験台で電気計装作業中、突然実験台に置いていた電圧測定器（旭計器）の電源ケーブルから出火した。

4. どのように対処したか

直ちに実験室に備え付けられていた粉末消火器を用いて実験台上の出火物に対して消火活動を行い、1 分以内に鎮火した。

5. 事故の原因は

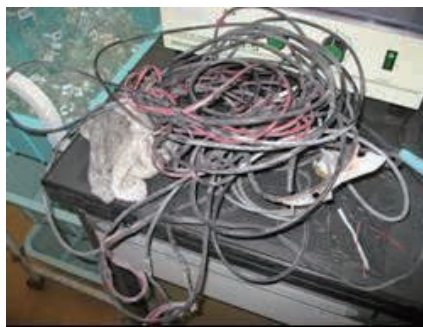
電圧測定器に接続している長いコードを束ねて使用していたことにより発熱し、被覆が溶け発火したのではないかとと思われる。

6. どうすれば防げるか

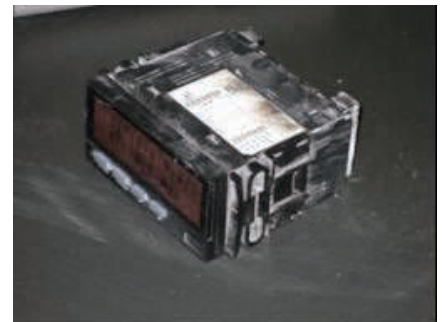
- (1) 初めて電気・計装作業を行う場合は、技術職員もしくは教員の立会いのもとで行う。
- (2) 電源ケーブル接続においては、メーカー推奨の条件、品物を用いるよう徹底する。
- (3) 電気・計装作業を行う際、極力、周辺備品を他の場所に移して行う。
- (4) 電気・計装作業は 2 人以上で行う。
- (5) 電源ケーブルは、コンセントと実験装置設置場所との距離に見合った適正な長さとする。
- (6) 実験作業中は実験室を不在としない。



発生現場（左側実験）



焼け焦げた電気配線



一部が焼けた電圧表示

事故例 6	実験機の上板による事故
概要	実験機の上板をクレーンで吊るしていたことを忘れ、上板に右眉をぶつけて切った。

1. いつ

実験の後処理中（平日、午前 11 時頃）

2. どこで

建設大型実験棟

3. どんな事故

実験機の上板を手で持ち上げられないためクレーンで吊っていたことを忘れ、作業を続けていた時に**右眉付近をぶつけて切ってしまった**。

4. どのように対処したか

一緒に作業していた先輩がすぐにティッシュを用意し、その部分を強く押さえて**圧迫止血**しながら体育・保健センターに向かい応急処置を行った後、長岡西病院で手当てを受けた。

5. 事故の原因は

実験に慣れてきたせいか**注意散漫**になっていたと考えられる。

6. どうすれば防げるか

注意を怠ることなく安全第一で作業を行う。

事故例 7	ガス充填中の事故
概要	ガス充填中にガラス瓶が破裂し、ガラス片が飛び散り、左手薬指を 2 cm 程度切った。

1. いつ

大学院生の研究実験中（平日、午後 6 時頃）

2. どこで

環境棟 4 階 環境反応工学実験室

3. どんな事故

試薬作製の際に容量 5L のガラス瓶に窒素ガスを充填していた。ガラス瓶にはガス入口と出口を設け、ガラス瓶内に圧力がかからないようにしていた。しかし、ガス充填中にガラス瓶が破裂しガラス片が飛び散った。それにより左手薬指の手の甲を 2cm 程度切ってしまった。

4. どのように対処したか

事故後すぐにガスボンベを閉め、研究室の学生に後片付けをお願いし、傷口処置の為に早急に長岡赤十字病院に行き、4 針縫った。

5. 事故の原因は

今回の事故原因はガラス瓶へのガス圧力が強かった為に起こったものである。

6. どうすれば防げるか

今後同様な事態が発生しない為に、ガスボンベを使用する際には必ずしっかり圧力の確認を行うこと、そして、ガス出入り口をガス量に対して十分に確保することが重要である。

事故例 8	足を滑らせて転倒
概要	実験材料を取りに行く際、足を滑らせて転倒し、資材置き場の仕切りブロックであごを裂傷した。

1. いつ

建設工学演習中（平日、午後 4 時頃）

2. どこで

機械建設 3 号棟 1 階コンクリート実験室

3. どんな事故

1 学期開講の建設工学課程 4 年生の科目「建設工学演習」の課題として、コンクリート研究室の 4 年生がコンクリートカヌーの製作に取り組んでいる。この日は、建設工学課程 2 年生の「建設工学テーマセミナーⅠ」の時間に合わせてカヌー作製を行い、担当教員立会いのもと、4 年生が 2 年生にカヌーの説明をしながら作製現場を見学させていた。コンクリート用骨材を取ってくるために中庭の資材置き場に向かったが、その際足を滑らせて転倒し、資材置き場の仕切りのブロックであごを裂傷した。

4. どのように対処したか

転倒直後に転倒して怪我をしたことを担当教員に報告し、一人で保健室に向かった。その後、4 年生の学生が様子を見に追いかけた。絆創膏による処置を受けて戻ってきた。保健室では、本日はこれで様子を見るのがよいとのことであった。しかし、念のため、なるべく早く医療機関で診てもらったほうがよいと判断し、機械建設事務室に相談し、担当教員が井村整形外科（長岡市大島本町）に連れて行った。医者の判断では、縫うまでではないが、化膿止め等の処置を行い、明日も通院が必要とのことであった。

5. 事故の原因は

今回は、特別に危険な作業をしたり、注意を怠っていたわけではないが、実験室や資材置き場では転倒程度のきっかけで大事に至ることもある。

6. どうすれば防げるか

足元に十分注意し、急がず足場の良いところを歩くように指導を徹底する。

事故例 9	ガラス製トラップ破損
概要	トラップ入り口側の耐圧ゴム管をはずした際に中の液体が大気圧により急に出口側に押し出され、その勢いでガラス製トラップが破損し、飛散したガラス片で長さ15 cm程度の浅い切り傷を負った。

1. いつ

研究室での実験中（平日、午前 11 時頃）

2. どこで

物質・材料系 2 号棟 3 階

3. どんな事故

フラスコに入れた反応混合物から溶媒であるメタノールを減圧留去していた。フラスコと水流ポンプの間に水酸化ナトリウム水溶液を入れたトラップを挟み、溶液中に残留する二酸化硫黄ガスが排水中に混入しないようにしていたが、途中でトラップ入り口側の耐圧ゴム管をはずした際に中の液体が大気圧により急に出口側に押し出され、その勢いでガラス製トラップが破損した。このとき、飛散したガラス片で右手小指側から手首にかけて長さ 15 cm 程度の浅い切り傷を負った。

4. どのように対処したか

直ちに傷口を流水で洗ってから体育・保健センターに行き、治療を受けた。傷がそれほど深いものではなかったため、消毒と傷面保護の処置のみを受け、午後からは実験を再開した。

5. 事故の原因は

トラップ中の水溶液量が多すぎたこと並びに減圧を解放する際にいきなり耐圧ゴム管を引き抜いて急激な圧力変化を与えてしまったことが原因と考えられる。また、破損したトラップは、そのまま廃棄したので確認はできていないが、何らかの原因で上部の「封じ込み」部分に傷が付き、機械的強度が落ちていた可能性もある。

6. どうすれば防げるか

トラップに入れる液量を多くしすぎないこと、減圧を開放する際には T 字管とスクリーコックを用いて徐々に開放するようにする。また、類似の実験を行う学生に対して、このことを周知する。

事故例 10	カッターの砥石の破片による切り傷
概 要	鉄の丸棒をファインカッターで切断中、回転している砥石が破損し破片が飛び散り、その一部が右目の目元付近に当たり、2cm 程度の切り傷を負った。

1. いつ

課題研究での実験中（平日、午後 4 時頃）

2. どこで

機械・建設 3 号棟

3. どんな事故

径 1cm、長さ 1m の鉄の丸棒を長さ 40cm に切断するためにファインカッターで切断していた。切断し終わる頃に、回転している**砥石が破損し破片が飛び散った**。その一部が右目の目元付近に当たり、2cm 程度の**切り傷**を負った。

4. どのように対処したか

すぐに、隣室にいた先輩が気づきキムワイプ（紙製のウエス）を用意し、**止血を行い**ながら体育・保健センターに向かった。そこでガーゼにより止血・消毒を行い、その後赤十字病院へ向かった。異物の混入がないかレントゲン撮影をしてもらい、血も止まっていたので、縫わずに傷口を治療した。

5. 事故の原因は

鉄の丸棒を固定すべき所に固定せず、手に持って切断した。そのため、装置に設置されたカバーを下ろさなかった。







このように、**正しく使用しなかったこと**が原因と考えられる。

6. どうすれば防げるか

- (1) 運転中は**カバーをすることを徹底**し、周知・掲示する。
- (2) 必要に応じ**保護メガネを着用**するよう指導する。
- (3) 機械器具のメンテナンス、作業室の整理・整頓を指導し、励行させる。
- (4) 単独で作業する場合、周囲の者に声を掛ける。

【現場写真】

機械・建設3号棟

	<p>① 事故を起こしたファインカッター 円盤状の砥石を回転軸に取り付け、高速回転させて試料を切断する。 砥石はセラミックス製で、もろい。厚さは0.5mm程度。 鉄製のカバーにアクリル製の蓋が備わる。</p>
	<p>② 鉄製のカバーをし、アクリル製の蓋を開けたところ。 資料を固定する金具のボルト類に錆が浮いている。 周囲には「カバー」を促す注意書き等はない。</p>
	<p>③ 鉄製のカバーとアクリル製の蓋を閉めたところ。本来、切削中はこのように使用する。</p>
	<p>④ 事故が起きたときは、学生1人で作業しており、カバーをおろしていなかった。 学生自身は高専出身で、本学の工作センターでの作業経験もあり、機械に不慣れというわけではなかった。</p>
	<p>⑤ アクリル製の蓋 汚れで中の様子が見えにくい。 また、手元に照明がなく、作業箇所が分かりにくい。</p>
	<p>⑥ 機械の真上の天井に、割れて飛散した砥石の破片が刺さっていた。</p>

事故例 11	ホットプレート過熱によるアセトン引火
概要	チタン粉末と水酸アパタイト粉末および少量のアセトンを混合した粉体を金属製プレートに投入し、ホットプレートで加熱していた所、アセトンが引火して炎が生じた。

1. いつ

研究活動における実験中（課外・休日、午後2時頃）

2. どこで

実験実習2号棟

3. どんな事故

チタン粉末と水酸アパタイト粉末及び少量のアセトンを混合した粉体を金属製プレートに投入し、ホットプレートで加熱していた所、**アセトンが引火**して炎が生じた。当該学生は、発生10分前より実験を開始し、最初5分間状況を観察して異状なしを確認した後、隣室にて資料整理を行っていた。他の学生が所用で実験室を訪れ、小規模の火炎が上がっているのを発見した。

4. どのように対処したか

発見者は最初、鉄製容器をかぶせることで鎮火を試みたが成功せず、室外に設置してあった**消火器**を用いて鎮火した。

5. 事故の原因は

（作業中の要因）

- (1) アセトンが引火する可能性については認識していたものの、作業中に関係者が問題ないと判断して**その場を離れて**しまったこと。そのために引火前に**過熱状態**にあることを検知できなかった。
- (2) 関係者が、**作業手順とそのリスク**について、他者と**十分な確認**を行わないまま実行してしまったこと。休日ということで**教員等に連絡**することをためらった可能性もある。

（システムの背景要因）

- (1) ハードとしてのホットプレートに過熱防止装置が備わっていなかったこと。
以上が考えられるが、特に作業中の要因が今回の事故発生に致命的な影響を及ぼしたものと推察される。

6. どうすれば防げるか

- (1) 湿式混合時にアセトンを利用する場合は事前に**湯浴でアセトンを十分に蒸発**させてから乾燥させることとする。作業終了まで、作業者が**過熱が発生していないかを監視**するよう指導する。
- (2) 休日に作業をする場合でも、**休前日までに作業手順資料を作成して教員と相談**し、安全性評価後に対策を講じた上で了承を受け、作業を実施することを改めて指導する。

現場の参考写真



過熱を起こしたホットプレート及び周辺の様子。
発火は図中の金属プレート上である。



ホットプレートの制御装置。
タイマーと強度のみが制御できる。

事故例 12	エッチング処理中のガラス薬品ビンの破裂
概要	別々に作製した濃度の異なる硝酸と塩酸を混ぜたエッチング液の廃液を一つのガラス瓶に混ぜ、ふたをしたところ、瓶が破裂・飛散し、ドラフトチャンバー前面ガラスが破損した。

1. いつ

研究活動における実験中（課外・平日、深夜 2 時頃）

2. どこで

機械建設 2 号棟（化学処理室）

3. どんな事故

硝酸と塩酸を混ぜたエッチング液を作製し、**ステンレス鋼のエッチング処理**を行っていた。別々に作製した濃度の異なるエッチング液の廃液を一つのガラス瓶に混ぜ、ふたをしたところ、**瓶が破裂・飛散**し、ドラフトチャンバー前面ガラスが破損した。また、飛散したガラスの一部により、学生は左手親指の先にけがをした。

4. どのように対処したか

隣室の**研究室学生に口頭で事故の発生を知らせ**、さらに、緊急時連絡網に従って、エネルギーセンターへの通報を依頼した。エネルギーセンターの事故現場確認後、事故現場と同階にある研究室の学生とともに、長岡中央総合病院に行き、診察を受けた。診察の結果、**左手親指先のけが**のほかは、異常がなかった。

5. 事故の原因は

濃度の異なるエッチング液を使用するのは初めてであり、それらの廃液を混合することにより、さらに反応が生じる可能性があることについて**危険性を十分に考慮**しなかった。そのため、反応中にふたをして、ガラス瓶の破裂に至った。

6. どうすれば防げるか

- (1) 別々に作製したエッチング液の廃液を同一のガラス瓶で混合しないようにする。
- (2) **薬品を混合**する際には、反応が生じるか、また、生じていた場合、その後、反応が安定しているかを**十分に確認**する。
- (3) 深夜に作業をする場合、**事前に作業手順資料を作成して教員と相談・確認**し、安全性評価後に対策を講じた上で了承を受け、作業を実施することを改めて指導する。
- (4) 1名の教員の携帯電話によってのみで、連絡を試みたが、連絡が取れなかった。今後、関係する教員全員への自宅電話を含めた**連絡先の再確認**を徹底する。
- (5) 指導教員の指導に従い、白衣、マスク兼用の襟巻、帽子、保護眼鏡、耐酸手袋を着用し、ドラフトチャンバー内で作業を行っていた。したがって、薬品による被害はなく、ガラス片による指先のけがのみであった。今後も引き続き、同様の指導を徹底する。
- (6) 研究室内で作業手順を見直したのち、**外部による点検・評価**を受け、必要に応じて、さらに安全な手順とする。



事故当時、着用していた耐酸手袋



学生の怪我（左手の親指切創）
保護眼鏡・手袋・白衣等を着けていたため親指以外には負傷はなかった。



事故後のドラフトチャンバー
内側からガラス瓶が破裂したため、前面ガラスが破損した。

事故例 13	試料と固定バイスに手を挟まれ、左手親指を怪我した。
概要	半円柱の金属材料を、帯鋸切断機を用いて切断するため、帯鋸切断機の台にバイスにて材料を固定しようとした際に、材料を押さえていた左手親指をバイスと材料の間に挟まれた。

1. いつ

実験のための試料加工中（平日、午後 4 時 30 分頃）

2. どこで

工作センター

3. どんな事故

直径 175mm、厚さ 55mm の半円柱の金属材料を帯鋸切断機を用いて溶解用るつぼに入る大きさに切断するため、帯鋸切断機の台にバイスにて材料を固定しようとした際に、材料を抑えていた左手親指をバイスと材料の間に挟まれた。

4. どのように対処したか

事故直後、工作センター職員に通報し、止血をした。通報により体育・保健センター職員が来て、消毒とガーゼ及び包帯による応急処置を行った後、午後 4 時 40 分に立川総合病院に向かった。

5. 事故の原因は

通常は、帯鋸切断機の台に半円状の材料を固定する場合、半円状の平らな面を下にして台に置くところ、円弧側を下にして台に置いたため不安定な状態になったため、材料に手を添えてしまった。

また、本人は外国からの特別聴講学生であり、同様の機器で作業した経験もなく、作業の最初の約 30 分間は、修士 1 年の学生が本機を操作し、本機を用いた一連の操作内容の手本を見せながら指導を行い、その後、約 2 時間修士 1 年生が操作をチェックしながら本人に作業をさせたが、少し目を離れた間に事故が起きた。

6. どうすれば、防げるか

(1) 指導教員からの事前安全指導の確認を強化する。

利用申込書に、指導教員からの「安全指導済み印」欄を設ける。

(2) 安全講習受講の厳格化を図る。

機器毎に、「初心者講習」を行った者でないと、機器の使用を禁止する。

機器毎に「使い方の手引き」「禁止事項」を掲示し、安全に対する心得を理解した旨を自署させた上で使用させる。

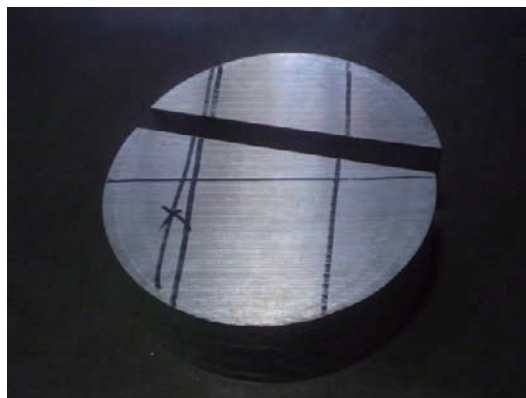
(3) 工作センター所有機器に対して、リスク・アセスメントを実施し、安全対策の強化を図る。



①事故があった津根精機製帯鋸切断機
TB4-262GN 外観写真

金属等の大きな試料を切断するための切断機である。

油圧シリンダ式主バイス A で材料を挟み、固定した上で試料を切断する。



②今回切断を予定していた、金属材料
試料の寸法：
直径 175mm
高さ 55mm



③事故発生時、本人(使用者)は半円柱材料を左図のように、円弧側を下に置き、材料に手を添え、材料が動かないようにしてバイスを固定しようとした。



④手で材料を固定する際に、主バイスと材料との間に左手親指を入れた状態で主バイスの閉ボタンを押し、左手親指が挟まれてしまった。
隣にいた修士 1 年生の学生が、事故に気づき、主バイスの開ボタンを押して荷重を取り除き、工作センターの職員に報告した。

事故例 14	濃硫酸による化学熱傷
概要	強酸化性溶液の入ったビーカーを手で滑らせて落とし、ビーカーが割れて溶液が手足にかかった。

1. いつ

研究室における研究実験中（平日、午後1時頃）

2. どこで

学内共同教育研究施設実験室

3. どんな事故

B4学生が、誤って濃硫酸+少量の硝酸カリウムの入ったビーカー(500ml)を手を滑らせて落とし、ドラフト内でビーカーが割れて溶液が両手両足の一部にかかった。かかった部位は硝酸とタンパク質の反応により黄変した。

4. どのように対処したか

直後より流水でかかった部位を洗浄。その後屋外にてホースにシャワーヘッドをつけて流水による洗浄を行い、病院に搬送、医師の処置を受けた。翌日より医師による実験再開が許可され、3日後に傷は全快。溶液がかかった直後より多量の流水洗浄を行ったため、大事に至らなかった。

5. 事故の原因は

実験操作を急いでしていたことから、ラップでフタをしたビーカーの上部を上から持って持ち上げようとしたために手を滑らせた。本来手袋の着用が指示されていたが、それを守っていなかった。

6. どうすれば、防げるか

耐薬品性手袋を着用し、ビーカーは横からしっかりと保持する。実験操作の時には操作に集中し、正確に操作を行う。目への飛散を未然に防ぐため安全眼鏡を着用する。既に起こりうる危険についても含めた操作手順書が掲示されていたが、より見やすいものに改良する。

また、もしもこのような事態が発生した場合には、一分一秒でも早く多量の流水で洗浄する事が効果を有し、大切である。

事故例 15	電源を切断し忘れたことによる火災
概要	プラスチック水桶内のヒーターが過熱され、水桶内の水が蒸発して「空だき」の状態となり、ヒーターの熱でプラスチックが発火し、研究室内の一部を延焼した。

1. いつ

休日、午前10時30分頃

2. どこで

博士実験棟3階

3. どんな事故

水処理実験装置の一部であるプラスチック水桶に設置したヒーター周辺の水が蒸発し、「空だき」の状態となり、ヒーターの熱でプラスチックが焦げ付き発火した。装置周辺には燃えやすいものはなかったものの、石膏ボード製の天井を焦がし、蛍光灯2か所と天井スピーカ、試験装置本体、シンク付き実験台1台に損害があった。

試験装置本体は、修士学生の実験が終了した6日前から休止状態となっていたが、ヒーター（消費電力1kW）が通電しており、実験室内の温度が低下したため、ヒーターのサーモスタットが作動し、水桶内の水が次第に減少して空だき状態となったと思われる。サーモスタットは、水温が28℃以下になった場合に作動するよう設定していた。

4. どのように対処したか

火災報知器の発報により現場に急行したエネルギーセンター職員が火災を発見、消火器（1本使用）により消火した。エネルギーセンター職員から事務局職員へ通報があり、担当教員へ連絡があった。なお、火災発生時は休日で実験担当者は不在であった。

5. 事故の原因は

（人為的要因）装置を休止状態にするときには、本来、ヒーターの電源を切る（コンセントをぬく）必要があったが、ヒーターの電源を切り忘れてしまった。

（システム要因）ヒーターに空だき防止機能が備わっていなかった。

6. どうすれば、防げるか

- (1) 研究室において安全衛生ミーティングを早急を実施し、熱源を含めた機器等のリスク対策を検討した上で、管理・運用方法を徹底する。
- (2) 装置を休止状態にするときに、ヒーターなど熱を発する装置の電源も同時に切ることを徹底し、操作マニュアル、指示書などをわかりやすい場所に掲示する。
- (3) 水位の低下でヒーターの電源が切れる装置や空焚き防止装置を設置する。

7. その他

- (1) 本装置のSDS作成の有無：無（法的管理対象物がなかったため）
- (2) 環境・建設系での実験マニュアルの有無及び実験安全指導実施の有無：環境システム工学課程3年の学生実験のはじめに、全学生を対象として、安全の手引き、ビデオ等を用いて実験安全指導は実施しているが、今回の水処理試験装置は、そもそも装置自体の開発を行うものであり、試験装置自体のマニュアルは無かった。

【焼失した試験装置：中央の黒い容器がプラスチック製水桶】



【天井蛍光灯】



【熱で溶けた天井スピーカーのプラスチックカバー】



事故例 16	実験中に有機溶剤に引火
概要	微粒子を分散させた有機溶剤にパルスレーザーを照射する実験を行っていたところ、有機溶剤に引火した。慌てて素手で対処しようとしたため、両手にやけどを負った。

1. いつ

研究室における実験中（平日、午後 1 時 5 0 分頃）

2. どこで

機械 2 号棟 7 階（レーザー応用実験室）

3. どんな事故

電気電子情報工学専攻 1 年の学生が、

- ① 100 cc のビーカーに微粒子を分散させた有機溶剤（プロパノール）を入れ、これにパルスレーザー（KrF, 248 nm, ~120mJ）を照射する実験（液中レーザーアブレーション）を開始した。
- ② 実験開始後、暫くして気化した有機溶剤に引火し、瞬間的に火柱が立上った。
- ③ 慌てて素手でビーカーを流しまで運ぼうとするが、熱さに我慢できず途中で落下させた。
- ④ 暗幕に火がつくが、防火使用のため被害は無かった。付近にあった座布団を少し焦がした。有機溶剤が手にこぼれ、引火し、両手にやけどを負った。

4. どのように対処したか

火災報知器が反応し、実験室から出て来た当該学生を、他研究室の学生が発見し、救急車を要請した。機械系教員も火災報知を確認し、緊急時連絡網に通報した。当該学生は、救急車で立川総合病院に搬送され、診察を受け研究室に戻った。

消防が到着し、現場確認を行い、翌日には消防及び警察が現場を検証した。

5. 事故の原因は

事故以前には、「水」を使って実験していた。指導教員は水だけで上手くいかない場合には、将来的に、「プロパノール」と「水」を混ぜて実験するつもりでいたが、学生は「プロパノール（100%）」で実験を行ってしまった。深夜に一人で実験しており、また、火柱に気が動転してしまい、ビーカーに蓋をすることにより消火する等、適切な対応が取れなかった。

6. どうすれば、防げるか

午後 9 時以降に危険を伴う可能性がある実験を実施する場合、事前に指導教員と学生との間で十分な打合せを行い、時間外居残り届を必ず提出する。実験の際には、指導教員と一緒に実験するか、又は、学生 2 名以上で実験する。学生だけで実験する場合は、指導教員はいつでも電話に出られるようにする。



ビーカー (事故の起きた状況を再現)



引火した座布団

事故例 17	乾燥炉の故障による火災
概 要	鉄筋の錆を落とすために乾燥炉を稼働させていたところ、乾燥炉の老朽化によって温度制限装置が故障していたため、温度が上がり続け出火し、乾燥炉の上にあった工具、電線、計測装置等が燃えた。

1. いつ

研究室における実験中（平日、午前0～4時頃）

2. どこで

大型実験棟

3. どんな事故

鉄筋の錆を落とすため、プラコンテナに 10%クエン酸二アンモニウム水溶液と鉄筋を入れて、60℃に設定した乾燥炉に入れた。乾燥炉の老朽化によって（昭和50年製）、温度制限装置が故障しており、温度が上がり続けたため、炉内部または排気口付近で出火し、乾燥炉の上にあった工具、電線、計測装置等が燃えた。周囲に可燃物が少なかったため、延焼することなく、乾燥炉とその上にあつたもののみが燃えた後、自然鎮火した。

4. どのように対処したか

出火時は深夜であり、部屋には誰もいなかった。巡回中のエネセン職員が機械1号棟2階廊下にて煙を発見し、周辺を調べ、同日に火災発生場所を発見した。そのときすでに鎮火していた。その後、教員・職員で状態を確認し、焼損した分電盤のブレーカを落とし、再出火の恐れがないことを確認した。

5. 事故の原因は

（設備の要因）

乾燥炉が老朽化して、温度制御装置が故障していた。

（環境の要因）

装置の上に燃えるものが置いてあつた。

（人的な要因）

火災の2日前に別の学生が同様の作業をして、通常は異常がないプラコンテナが溶けて変形したことがあつた。その時点で、装置が故障した可能性を確認するべきだが、教員に連絡することもなく、放置していた。

6. どうすれば、防げるか

- (1) 同様の機器の点検。
- (2) 発熱や発火の恐れがある機器の周囲に燃えるものを置かない。
- (3) 装置の故障・異常があった場合は、直ちに使用を停止し、教員・職員に連絡した上で、原因を確認し、処置をする。これを実験室使用者全員に指導する。



焼け焦げた乾燥炉

事故例 18	注射針刺し事故
概要	有機合成実験を行っていた際、精緻な作業を行おうとして針を持っていた右手が震えによって過動し、左手手首に注射針の先端で引っ掻くような状態で刺してしまった。

1. いつ

研究室における実験中（平日、午後17時頃）

2. どこで

環境システム棟

3. どんな事故

有機合成実験を行っていた際、誤って左手手首に注射針を刺してしまった。



内出血により腫れた患部

4. どのように対処したか

事故当時には出血がすぐに収まったため、当該学生は絆創膏による処置で十分であると自分で判断した。しかしながら、かゆみのために患部を無意識に何度も掻いてしまったためか翌週になって内出血による腫れが患部に現れたことから、体育・保健センターを訪問し診察を受けた。

5. 事故の原因は

精緻な作業を行おうとして緊張による震えのためと考えられるが、針を持っていた右手が過動した。

6. どうすれば、防げるか

注射針を実験で用いる作業の危険性の周知と、安全な取扱法を研究室内で徹底する。また、研究室内での事故や怪我等は、例え軽微でも直ちに研究室の教員に申し出て、必要な処置について指示を仰ぐように改めて指導徹底する。消毒薬や絆創膏など、応急処置に必要な救急品の保管場所の学生への周知等も徹底する。

事故例 19	実験室でのぼや
概要	アスファルト用容器の清掃時に、コンロの火炎がウエスに引火し、引火したウエスの火炎がそばにあった少量の灯油を含浸した別のウエスに燃え移ってしまった。

1. いつ

研究室における実験中（平日、午前11時52分頃）

2. どこで

機械建設4号棟

3. どんな事故

アスファルト用容器の清掃は、容器をコンロの直火で加熱し、付着したアスファルトの粘度を低くしたうえでウエスで拭き取って行う。その際にコンロの火炎にウエスが触れてしまい、ウエスに引火してしまった。そして、引火したウエスの火炎が、そばにあった少量の灯油を含浸した別のウエスに燃え移ってしまった。その結果、ウエスと作業者の軍手が焼け焦げてしまい、煙が発生して火災報知器が作動した。

4. どのように対処したか

ウエスへの燃焼は小規模であったので、手でふり叩いて消火した。作業者は軍手を2枚重ねで装着しているため、手作業で鎮火させることができた。

5. 事故の原因は

灯油が付着したウエスを、加熱清掃する机の上に放置した状態で清掃を行ったことにより、発生してしまった。

6. どうすれば、防げるか

灯油等が付着したウエスと、そうでないものを確実に分別し、適切な位置に格納しておく。そして、灯油等が付着したウエスはもちろんのこと、可燃性のものをそばに置いた状態で、アスファルト用容器等の加熱清掃作業を行わない。



清掃していたアス容器、使用したコンロ、ウエス



ぼやが発生した部屋の状況

事故例 20	実験中に化学蓄熱実験装置から出火
概要	化学蓄熱実験装置を使用した実験の事前準備として、油を投げ込み式の電気ヒーターで加熱中に、電気ヒーターが設置されている容器内の油から発火した。

1. いつ

研究室における実験中（平日、午後 14 時 25 分頃）

2. どこで

共用実験棟

3. どんな事故

化学蓄熱実験装置を使用した実験の事前準備として、油（引火温度は約 220℃）を投げ込み式の電気ヒーターで加熱していた。このとき、通常時には 2 人体制で行っている実験を、1 人で行っており、目的の温度である 120℃に達するまで加熱をしている間、一時現場を離れていた。現場に戻った時には、電気ヒーターが設置されている容器内の油から発火していた。

4. どのように対処したか

装置の周囲に常設の消化器で消火活動を行い、電源ブレーカーを落とすとともに、換気のために実験室の搬入庫シャッターを開けた。さらに、助けに駆けつけた者と消火活動を行い、発見から 5 分後に鎮火した。その後、消防署に通報した。

5. 事故の原因は

（装置の要因）

油の入った容器の上部から電気ヒーターを浸漬させる構造であったため、電気ヒーターによって引火点以上に加熱された油が、電気ヒーターの表面を伝って上昇し、空気に触れ引火した可能性が考えられる。

（作業方法の要因）

通常時には 2 人体制で行っている実験を、1 人で行っていたことと、油の加熱中に、その場を離れたこと。

6. どうすれば、防げるか

- (1) 装置について、容器内での油の温度むらを最低限にするため、油の攪拌バイパスルートを設置し、かつ、循環ポンプにより油を常時循環させる。この循環ポンプが作動していなければ、電気ヒーターの電源が入らない回路とする。また、複数設置した温度センサーが異常値を検出すると、電気ヒーターが OFF になる昇温防止装置を設置する。

- (2) 実験中はその場を離れず、常時、油の温度を監視する。
- (3) 実験マニュアルを定期的に見直し、現場に常備する。



電気ヒーターで油を加熱していた容器（消化活動後）



油の入った容器内に設置されていた電気ヒーター

事故例 21	万能試験機と治具による親指の挟まれ事故
概 要	試験治具を万能試験機に取りつけようとした際に、試験治具を支えている右手親指第一関節の半分が試験機に挟まれ、指の先端が裂ける怪我を負った。

1. いつ

研究室における実験中（土曜日、午後1時15分頃）

2. どこで

共用実験棟内

3. どんな事故

材料工学専攻の学生が、万能試験機の試験治具の取付作業時、試験治具を右手親指で支え、取付可動部を下方に移動していた時に、右手親指第一関節の半分を挟まれた。

作業は被災者一人で行っており、右手親指の先端が裂け、骨が見える状態で、爪もはがれた。

4. どのように対処したか

右手親指が挟まれたことに気づいた後、すぐに取付可動部を上方に移動した。

傷口を清潔な布で覆った後、日本赤十字社 長岡赤十字病院に移動し、治療を受けた。

5. 事故の原因は

作業時間を短縮するため、指導した治具取付方法とは異なる手順で行っていた。

6. どうすれば、防げるか

- (1) 指導された正しい手順で作業を行う。
- (2) 誤った方法による取付けを防止するために、試験機本体に治具取付手順を貼り付ける。

【事故時の状況】



写真 1 万能試験機外観写真



2. 試験治具の支持状態

①ユニバーサルジョイントと上部治具のセットピンを容易に挿入できるように、位置合わせ用の目印をつけ、上部治具に高さ調整用スペーサを取り付けた(図 1)。これにより、ユニバーサルジョイント下面とスペーサ上面が接触する直前まで可動させ、位置合わせ用の目印を合わせれば、セットピンを容易に挿入できることを確認した。



②上部治具取付け時の治具落下防止を目的として、下部治具装着前に、上部治具を設置する手順とした。下部テーブル上に上部治具を置き(図 2)、ユニバーサルジョイントと接続した後、上部テーブルを上方に移動させ、下部治具を装着することで、上部治具とユニバーサルジョイントを安全に接続可能である。



事故例 22	切削油加熱実験中の引火事故
概要	オイルミスト評価装置を用いて、切削油オイルのフィルターでの捕捉実験を行っていたところ、オイルに引火した。人的被害はなし。

1. いつ

研究室における実験中（平日、午後 14 時頃）

2. どこで

物質材料 2 号棟内

3. どんな事故

学部 3 年生が 1 人で、実験を行っていた。オイルミスト評価装置中のガラスシャーレ（22cm 直径 x 高さ 5cm）に切削油（ユシローケン GTS-100、引火点 150° C）を入れ、サーマリンク電気コンロを用いて、110° C で熱していたところ、オイルに引火し火災を引き起こした。評価装置はオイル加熱部でミスト化したオイルをブローアーでダクト管を介して吸引し、フィルター部に導く構造となっており、これにより発生するオイルミストをフィルターにて捕捉する目的での実験であった。ブローアーでの吸引中に、加熱開始後、約 10 分で引火に至った。この際に熱電対での温度計測は 110° C であったが引火に至った。

4. どのように対処したか

引火直後に他の学生が部屋に入ってきて 2 人で消火器消火を行おうとしたが、安全ピンの引き抜きが出来ず消火器をうまく操作できないでいた。その後、同じ階の教職員の手助けで、消火器 1 本で鎮火した。引火とほぼ同時に、火災報知器が作動し建物内に音声案内が流れた。その時点で別の教職員が駆けつけ、当該学生、同フロアの学生を退避させた。室内に切削油および装置部品の燃焼による煙が充満し異臭が廊下に漂っていたため、他の教職員と手分けして棟内の他のフロアの教職員学生にも一旦屋外へ避難してもらい、窓等を開放して煙と異臭が収まるのを待ち現場確認を行った。施設課職員が長岡消防署に連絡し、その後消防署の調査・検分が行われた。

5. 事故の原因は

加熱はゆっくりと時間をかけ、高温にならない様に指導していたが、フィルターで大量のオイルミストを捕捉したい希望があり、急激な温度上昇設定を行っていた。

本来ブリキ製の缶にオイルを入れ加熱するところ、自己判断で装置の仕様を変更し、並ガラス製の

シャーレにオイルを入れて加熱していた。シャーレの破損でオイルが漏れ出し、熱電対部で引火に至った可能性がある。

発火後に慌ててしまい、消火器の操作ができず、十分な消火活動を行うことができなかった。

6. どうすれば、防げるか

- (1) 一人で実験を行わないこと。
- (2) 実験は見込みで行わず、装置の仕様を変更する場合はしっかりと考察して行うこと。
- (3) 事故が起きても慌てないこと。

【現場写真】

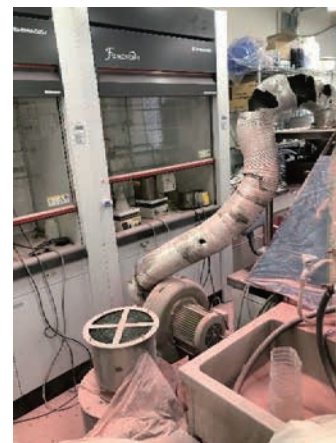
オイルミスト評価装置 3 で示す様に、左側の円筒部に開発したフィルターが入っており、その右奥のブローアーによる吸引部より上部のアルミダクト管を通して、オイル加熱部で発生したオイルミストをフィルターに導く様になっている。事故後は、オイル加熱部とオイル受部の写真の様にガラスシャーレは破損し、オイル加熱部周辺では、受部よりこぼれたオイルがジャッキ下部に溜まっていた。



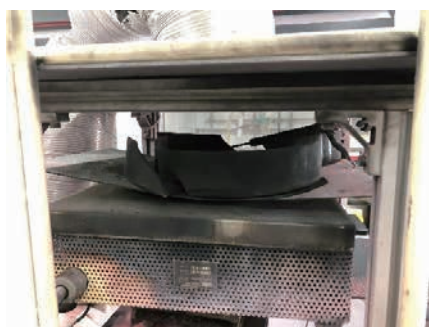
オイルミスト評価装置 1



オイルミスト評価装置 2



オイルミスト評価装置 3



オイル加熱部



破損したオイル受部



オイル加熱部周辺

事故例 23	石英管に金属試料を封入する作業中の石英管破損による手の切創
概要	石英管をホースに取りつけようとした際に、必要以上の力をかけてしまい、破損した石英管で左手親指の付け根から人差し指の付け根までを深く切る怪我を負った。

1. いつ

研究室における実験中（平日、午後1時00分頃）

2. どこで

機械・建設3号棟内

3. どんな事故

機械創造工学専攻の学生が、金属の試料を石英管に入れて、真空で内部を引き封入する実験をしていた。ロータリーポンプにつながる内径約22mmのホースに、直径20mm（外径約23mm）の石英管を接続する際、無理やり力いっぱいはめ込もうとした。その際、石英管が破損しその石英管で自分の左手（手の甲側の親指の付け根から人差し指の付け根まで）を約5cm切り出血した。

4. どのように対処したか

止血をしながら体育・保管センターに一人で行き、保健師が止血を行った。すぐに指導教員と長岡赤十字病院に向かい、救急外来ですぐに処置が施された。親指の腱と動脈が切れていたため即時入院となり、午後5時に手術を行った。経過観察のため2泊入院をした。

5. 事故の原因は

通常、ホースと石英管の接続には、すべりをよくするため真空グリースを塗って着脱させていたが、そのことを知らずにホースに石英管を力づくで固定しようとしていた。事故当時、実験装置周辺に真空グリースが置かれていなかった。

実験条件の都合で石英管の内径を大きくとったため（20mm）、今まで使用していたホースの肉厚では厚く、ホースの内径が小さすぎた。実験条件変更時のリスクアセスメントを行っていなかった。

6. どうすれば、防げるか

- (1) 安全教育を実施し、指導された正しい手順で作業を行う。
- (2) 封入作業場のすぐそばに、実験時の注意事項をまとめて掲示する。
- (3) 新しい学生が配属された際に、安全講習で注意喚起を行う。
- (4) 封入作業場のすぐそばに、実験に必要な物品（保護メガネ、手袋、保護面、真空グリース）を定位置化する。
- (5) 保護メガネは規格対応品(ANZI Z87. 1等)、手袋は耐切創性手袋(EN388 レベル 5)など、実験の手技や危険性に合わせた保護具を適切に用いる。
- (6) リスクアセスメントを行い、危険性予知の重要性を説明し、危険に対する対策を行う。

【事故時の状況、対策】



石英管をホースに接続する作業



真空用ホースの内側



封入作業場のすぐ周辺に、実験に必要な物品を定位置化

事故例 24	休日夜間の火災
概要	軽量作業台上およびその周辺の物品等を燃やす火災が発生した。人的被害はなし。

1. いつ

研究室における実験中（休日夜間、午前0時10分頃）

2. どこで

機械・建設2号棟内

3. どんな事故

装置の終夜無人運転をしていたところ、軽量作業台上およびその周辺の物品等を燃やす火災が発生した。

火元と推測される延長コードセットには、無人運転していた装置は接続していなかった。

軽量作業台上の卓上ドラフト及び延長コードセットに接続されていたマグネティックスターラーは火災発生時運転していなかった。

4. どのように対処したか

火災報知器の警報により現場に駆け付けた本学職員が消防へ通報した。本学警備員は消火器を現場に持参したが、煙の勢いが強く熱気もあり消火活動はできなかった。

同一階には電気が付いたままの部屋があったため本学職員が火災を知らせて回ったが、避難済のためか部屋には誰もいなかった。消防隊による消火活動が行われ、火災発生から1時間20分後に鎮火した。

当日の朝から消防と警察による現場検証が行われた。

5. 事故の原因は

消防、警察、鑑識による現場検証の結果、軽量作業台上に置かれていた延長コードセットが激しく燃えており、軽量作業台上の何かが電氣的な要因で出火したと推測された。特に、延長コードセットからの出火の可能性が高いと思われ、延長コードセットそのものか、当時延長コードセットに接続されていた機器かは断定できないが、それらのいずれかに問題があったと推測された。原因は特定されていないが、可能性としてトラッキング、ACアダプタの加熱が考えられた。

6. どうすれば、防げるか

- (1) プラグに安全カバーを取り付け、トラッキングが起こりにくくする。
- (2) 空いているコンセントにはコンセントキャップを取り付け、ホコリが入らないようにする。
- (3) ホコリが多いと考えられる箇所に電源タップを置かざるを得ない場合は、収納ボックスも使用する。
- (4) ケーブルの容量を超えないように接続する機器の消費電力に注意する。
- (5) コンセント、延長コードなどを定期的に点検するとともに、延長コードセットは全て「PSE」及び「コ」の表示のある製品に交換する。
- (6) 使用していない機器はコンセントからプラグを抜くようにする。

【現場写真】



火災発生時に稼働していた
小型電気炉



出火場所（軽量作業台撤去後）



火元と推測される
延長コードセット



軽量作業台上に設置していた卓上ドラフター（ほぼ
焼失）と、卓上ドラフター内に設置したマグネティ
ックスターラー（電源は軽量作業台上の延長コード
セットに接続）
※火災発生時運転していなかった



火元と推測される機材が載っていた
軽量作業台

事故例 25	実験廃棄物の不始末による出火
概要	実験で加熱した試料を手順に従わず廃棄したところ、ごみ箱内のゴミに引火した。人的被害はなし。

1. いつ

研究室における実験中（平日、午後2時頃）

2. どこで

実験実習2号棟

3. どんな事故

機械創造工学専攻大学院生および学部の学生が、実験で加熱したバイオマス（サトウキビ）を空气中で冷却後にゴミ箱に捨てたところ、冷却が不十分であったため火種となりゴミ箱内の可燃ごみに引火した。

4. どのように対処したか

現場を通りかかった本学職員が蓋つきのゴミ箱から煙が出ているのを発見した。蓋を開けたところ、ゴミ箱内の紙と段ボールの一部に火がついていたため、水をかけて消火した。

5. 事故の原因は

通常、加熱実験後のバイオマスは、ステンレス容器に移した後空气中で15分程度冷却し、水をかけて消火してから一般の可燃ゴミとして廃棄していた。

今回、100℃以上の高温のバイオマスに水をかける危険性や濡れたバイオマスの乾燥に手間がかかるなどの理由から、現場判断で、水による消火を行わず、バイオマスをステンレス容器内で冷ましてから廃棄する方法に変更していた。消火は、ステンレス容器内のバイオマスに炎や赤熱（高温発光）がないこと、ステンレス容器の外壁が室温と同程度であることをもって判断した。しかし、温度が十分に下がっておらず、ゴミ箱内の可燃物（紙くずなど）に引火した。

この冷却方法の変更に際し、手順書の変更や関係者によるチェックを行っておらず、現場判断のみであったため、作業のリスクアセスメントが不十分であった。

6. どうすれば、防げるか

- (1) 通常の手順通り、加熱実験後のバイオマスの冷却のためにより確実な方法を採用する
 - (2) バイオマスの加熱ガス化実験の手順書に後処置（冷却）として以下の項目を明記する
 1. 加熱実験後のバイオマスをステンレス製容器に入れ、空気中で冷却する
 2. サーモグラフィや温度計を用いてバイオマスの温度低下を確認する
 3. 全体が浸かるまで水をかける
 4. 水が沸騰・蒸発しないことをもって消火を確認する
 5. 実験室内の耐熱容器（耐熱ごみ箱）で一週間保管する
 6. バイオマスを乾燥させた後、可燃ゴミとして廃棄する
- 注）バイオマスやステンレス容器など、高温であることが予想される場合には、サーモグラフィや温度計で温度低下を確認するまで素手で触れないこと
- (3) 毎年実験ごとに潜在的に存在するリスクの評価をより厳密に行い、関係者の意識改善を図る。
 - (4) 些細なことであっても、手順を変更する際には教員を含む実験関係者でミーティングを開き、リスクアセスメントを行う。

【現場写真】



煙が出ていたのは、右から
2番目のゴミ箱



引火したゴミ
紙ごみ、段ボールの一部が焼けた



事故例 26	板状アスファルトコンクリートの残骸を打撃で分割する作業中での左手指挫減創
概要	板状アスファルトコンクリートの残骸を屋外で床面に叩きつけて割る作業中、勢い余って割れて手元に残った残骸片と床面に指を挟み指挫減創を発症した。

1. いつ

研究実験後（平日、午後4時00分頃）

2. どこで

機械・建設4号棟屋外

3. どんな事故

環境社会基盤工学専攻の学生が、板状のアスファルトコンクリートブロックから円柱供試体を切り取った後の残骸を破棄するために、アスファルトコンクリートの残骸を屋外で床面に叩きつけた際、勢い余って、割れて手元に残った残骸片と床面に左手中指、薬指、小指の3指を挟んで指挫減創を発症した。骨折や感染等はなかった。

4. どのように対処したか

事故当時、他の2名の学生と作業していた。本人は、激痛であったことから直ちに体育・保健センターに走って行ったが、保健師が不在であったため、学生支援課に助けを求めた。学生支援課の職員に事情を説明し、学生支援課から近くの整形外科への診察手続きをとってもらい、学生支援課長から公用車で整形外科に送迎してもらった。検査の結果、骨には異常がないことから、軟膏の塗布と絆創膏により治療を行い、痛み止めの薬を処方してもらって、大学に戻った。

5. 事故の原因は

大型ハンマーで叩き割る、あるいは割らずに廃棄するといった他の作業方法での実施も可能であったが、無理に自分の力だけに頼ろうとした。また、本人は大丈夫だと思って作業を行っていた。

6. どうすれば、防げるか

- (1) 安全指導、安全教育を行う。
- (2) 作業時の注意事項を取りまとめて掲示する。
- (3) 定期的に安全講習を行い、注意喚起を努める。
- (4) リスクアセスメントを行い、危険予知の重要性を認識するとともに危険予知トレーニングを行う。

【事故時の状況】



被災場所の状況



指を挟んだ板状アスファルトコンクリートの残骸

事故例 27	管状電気炉ゴム栓発火
概要	管状電気炉を 1000℃で運転中、Ar ガスをフローさせていたムライト管両端のシリコーンゴム栓が加熱されて発火した。

1. いつ

研究室における実験中（平日、午後 5 時 0 0 分頃）

2. どこで

極限エネルギー密度工学研究センター

3. どんな事故

管状電気炉を 1000℃で運転中、Ar ガスをフローさせていたムライト管両端のシリコーンゴム栓が加熱されて発火した。

なお、電気炉および温調は市販のもの、配線は自作のものを使用し、温度は電気炉指定のポートにて、K 熱電対で測定していた。電源オフ時に目視で確認した測定値は 999℃で、設定の 1000℃に対して良い制御ができていた。

4. どのように対処したか

別の研究室の学生から「煙が出ている」との通報を受け、学生が消火器を用いて消火した。
けが人無し、機器の損傷なし。

5. 事故の原因は

最近低温の加熱実験が多く、長さ 600mm のムライト管を使って 1000℃まで加熱したためにシリコーンゴム栓が過熱した。また、学生は温度をキープするようタイマーと温度を設定した後、ゼミ等のため部屋を空けていた。

6. どうすれば、防げるか

シリコーンゴム栓が過熱しないよう、以下の対策を行う。

- (1) 当該の長さ 600mm より長い 800mm（特注）または 1000mm(市販)のムライト管に交換する。
- (2) さらに加熱を防ぐため、シリコーンゴム栓にロックウール断熱材を追加する。
- (3) 毎年定例の安全教育で再度注意喚起する。

【事故時の状況】



管状電気炉



シリコンゴム栓

やむを得ない理由による休日・終夜無人運転の実験について

やむを得ない理由により、実験を行う際には、必ず教員の指示に従い、事故防止に努めてください。

- 1) やむを得ない理由により、休日中に実験、研究等を行う必要が生じた場合には、安全、防火等に注意の上、行うこと。
 - ・指導教員の承認を得て行うものとし、指導教員から、事前に十分な指示を受けること。

- 2) やむを得ない理由により、終夜無人運転を行う場合には、安全、防火等に特段に注意の上、行うこと。
 - ・指導教員の承認を得て行うものとし、危険が予想される場合は、無人運転を行わないこと。
 - ・「時間外居残り届」「終夜無人運転中」を当該実験室等の入口に貼り出すこと。(手続きは、p3「付1 時間外実験等の手続き」を確認すること。)