

## 安全な寒剤利用に向けた e-learning の取り組み

金属材料研究所/極低温科学センター 野島 勉 (nojima@imr.tohoku.ac.jp)

### 1. はじめに

液体ヘリウムネや液体窒素といった低温寒剤は、近年、低温物理学や低温・超伝導工学といった専門分野だけに止まらず、化学、地学、生物学、材料工学、薬学、医学等といった必ずしも低温を専門としない分野まで広く利用されるようになった。さらに超伝導マグネットや SQUID、NMR 等を含んだ市販の物性自動測定装置等の普及により、特別に低温や動作原理を意識せずに、物性測定や物質分析が行えるようになってきた。これらの状況は、これまでの低温科学・工学関連の研究者・技術者の多大な努力のたまものである。しかし、広い研究分野への低温の普及は、低温寒剤を単に物を冷却する道具としてのみ意識してしまい、間違った取扱方法から、破裂、酸欠、凍傷といった事故を起こす可能性を上げてしてしまうことにも繋がる。

ひと昔前までは、大学における低温寒剤利用の安全教育は主に低温の専門分野、およびそれを志す研究者に対してのみ行われて来ており、その実施にはそれほど困難はなかった。しかし利用者の増えた現状では、東北大学金属材料研究所を例に見ても、すべての寒剤利用者に対して定期的かつ完全に行き届いた安全教育（講習会等）を行うことは、時間と場所の両面において、実質的に不可能となってきた（最近では、新人と研究室責任者に対してのみ年度始めに1-2回の安全講習会を開く程度に止まっている）。こうした状況では、例えば、都合により講習会に参加できなかった人への教育のフォローや、新人教育から数年を経た教職員・学生への再教育（法規変更の情報提供や教育レベルの維持）をどうするかということが問題になってくる。

金属材料研究者は全国共同利用研究拠点でもあり、所外・学外からの研究者も受け入れて、共同研究が

進められている。こういった外部からの研究者への寒剤利用に関する安全教育は、これまで、各受け入れ研究室責任者による実地訓練も含めた講習より補ってきたが、研究室毎にその実施内容に差があることから、広い範囲の分野の研究者に対して事故を起こさせないようある一定レベルの教育が実現できないか、ということも課題となってきた。

以上のような問題を解決するためには、これまで行われてきた定期的な講習による正規の安全教育に加え、時間的・内容的にフレキシブルで、実質的な補足的教育が行えるシステムを構築することが必要であろう。組織の規模や専門レベルによって、様々な方法があげられるが（例えば簡単なビデオによる講習等もその一つである）、ここでは本年度から金属材料研究所で開始された、インターネットを用いた e-learning への取り組みを紹介する。

### 2. e-learning システムの特徴

e-learning とは、広くは PC、CD-ROM、DVD 等の電子機器を利用した学習法を意味するが、ここでは PC 端末を用いた Web サイト上でのコンテンツの視聴による学習法に話を限定する。この e-learning システムの利点は、Web サイトを利用することによって

- (1) 広い範囲の人員への教育が可能であること
- (2) 好きな時間に、繰り返し受講ができること
- (3) 教育内容の追加・更新が簡単なこと
- (4) 利用者の安全管理がしやすいこと

であろう。(1)や(2)により e-learning は定期的に行われる講習会による安全教育の補足ツール（講習を受けられなかった人や学外者への教育用、一度安全教育を受けた人への再教育用、利用法を忘れた人の再確認用のツール）として力を発揮する。(3)によりその組織特有の問題や事故例、法改正等にも対応でき

る個性的な教育ツールにもなり得る。さらに(4)により、実際の寒剤利用記録と Web による教育記録の照合による利用者への注意喚起ができ、事故の軽減にもつながる。

### 3. e-learning システムの実用

#### 3-1. e-learning の位置付け・セキュリティ・周知

上記のような e-learning の利点を生かしたシステムをうまく機能させるには、単なるコンテンツの充実だけでなく、寒剤利用のルールの中での e-learning の位置付け（必要不可欠な教育訓練の一つであることを）を明確にし、その情報を利用者内で広く周知させることが重要となる。また利用者層を学外まで広げるためにはネットワーク上のセキュリティにも配慮しなければならない。そこで金属材料研究所では、安全衛生管理室が中心となり、所内低温関連部門（研究室）、低温物質科学実験室（極低温科学センター）、情報企画室情報班（ネットワーク担当）、事務部研究協力係がそれぞれ連携を取りながら、e-learning コンテンツの作成から実装、実用的なシステムの公開、利用者の定着に至るまでの行程を進めた。

まず e-learning システムの運用開始に合わせ、金属材料研究所では、低温寒剤利用の条件として、

##### A. 所内新規利用者の場合

1. 低温寒剤利用のための定期講習会
2. e-learning コースによる講習と試験
3. 所属部門（研究室）担当者による実地訓練

を受けること、

##### B. 外来研究者の場合

1. e-learning コースによる講習と試験
2. 受け入れ担当者による実地訓練
3. 受け入れ担当者による作業可能な範囲の指定

を受けること、という新ルールを作成した。これを安全衛生管理室主催の定期講習会や所内の安全衛生関連の会議において、周知させるとともに、寒剤利用研究室責任者への e-mail による通知や利用者への直接的な声掛けを繰り返し行った。これらにより、現在では、金属材料研究所のほとんどの寒剤利用者が e-learning 受講経験者となっている（学外者に関し

ては、共同利用研究の申請時に利用前の e-learning 受講が義務となることを募集要項や申請システム上に今後記載する予定である）。

#### 3-2. e-learning の実用とコンテンツ

実際の運用において寒剤利用者は、寒剤使用前までにネットワークにつながった各自の PC から、

- (1) e-learning 用に指定された Web サイトのユーザー登録を行い、パスワード（登録された e-mail アドレスへ Auto-reply）を取得する（図 1 参照）。
- (2) サイトでログインし（図 1）、実際に使用する各低温寒剤（液体ヘリウム・液体窒素）を選択（図 2 参照）後、それぞれの安全な利用法に関して再生されるコンテンツ（画像と音声による講習）を受講する（図 3(a)-(c)、図 4(a)-(c)参照）。
- (3) 受講後の同サイトで出題される小テスト（図 5 参照）を受け合格する。

といったプロセスを踏んで、寒剤利用が許可されることになる。各利用者のコンテンツの受講記録や受験記録は、e-learning のシステム管理者に通知され、実際の寒剤使用者と随時照合できる仕組みになっている。

現在実装されているコンテンツを簡単に紹介する

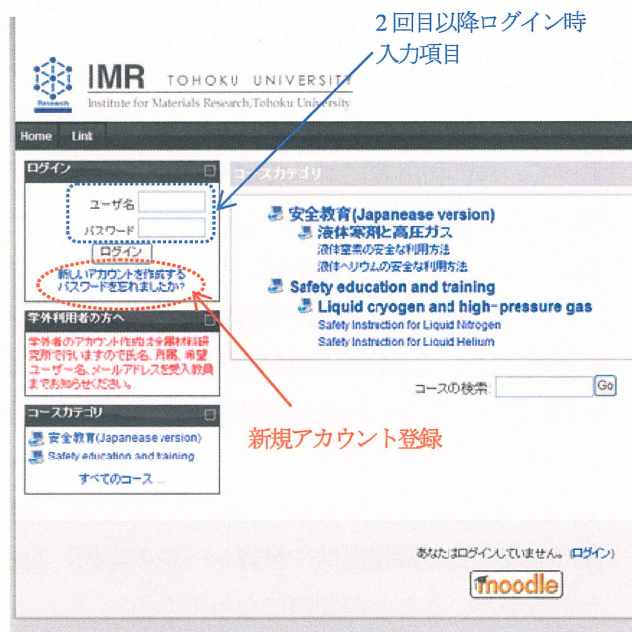


図 1. ユーザー登録およびログイン画面。

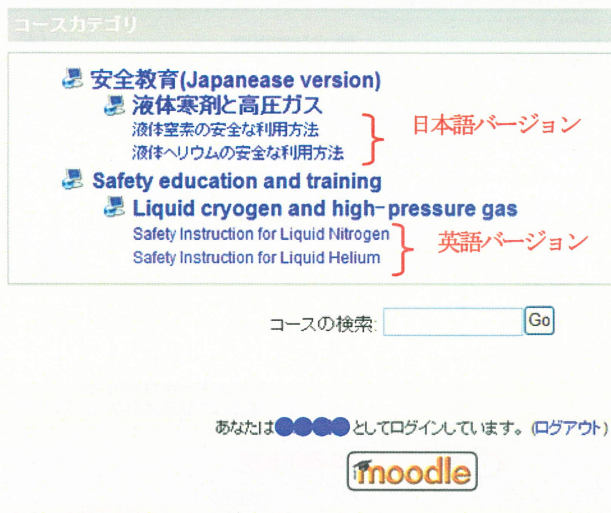


図2. 講習内容の選択画面。

と、「液体窒素の安全な利用法」では、第1部で

- ・利用の資格
- ・3つの危険性
- ・酸欠死亡
- ・膨張破裂
- ・凍傷低温やけど

といった一般事項（寒剤の性質、危険性、使用のルール）についての説明と事故例（例：図3(b)）、第2部で

- ・液体窒素の汲み出し場所
- ・容器登録
- ・具体的な汲み出し方法
- ・運搬方法
- ・注意事項

といった金属材料研究所における実用法（例：図3(c)）について学び、その後、学習した内容についての確認ための小テスト（試験）を受ける（図5）行程となっている。「液体ヘリウムの安全な利用法」では第1部で

- ・ヘリウムの希少性
- ・再利用サイクル
- ・回収率向上に向けて

といった液体ヘリウムならではの使用上の注意事項（例：図4(b)）、第2部で液体窒素と同様な

- ・申込方法
- ・容器受け取り方法
- ・運搬方法

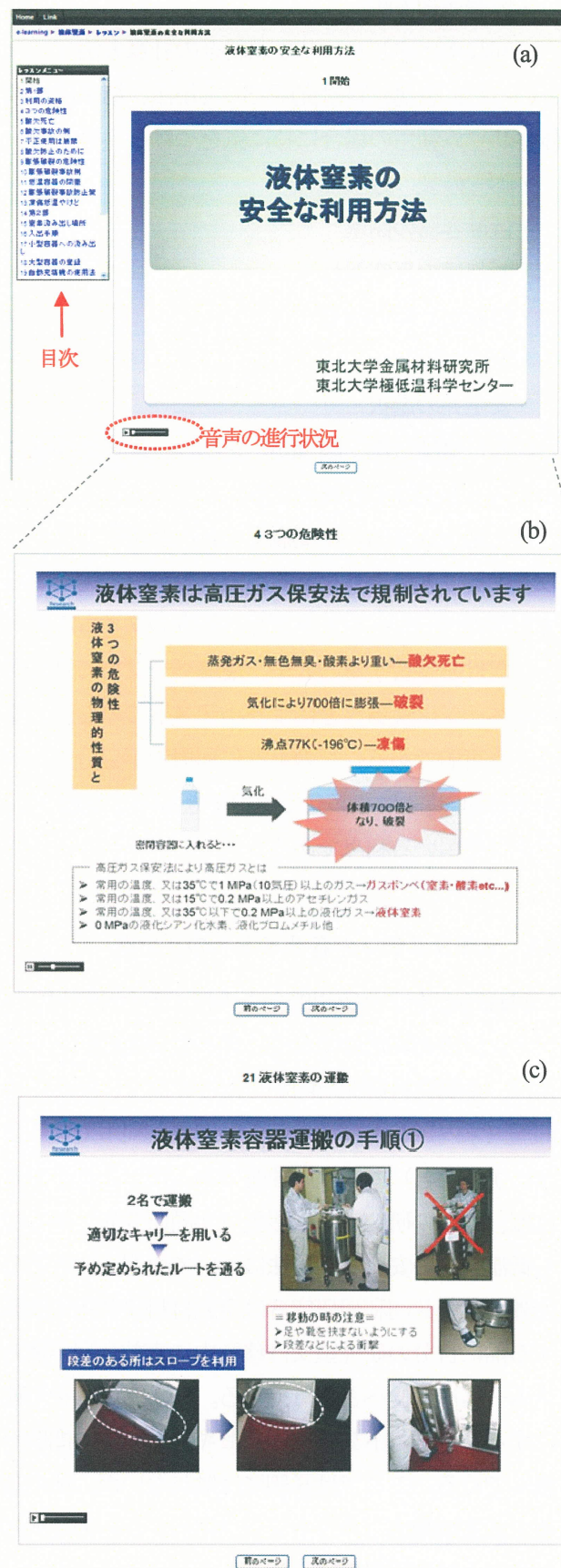


図3. 「液体窒素の安全な利用法」講習画面の例。(a)初期画面、(b)第1部、4章「3つの危険性」、(c)第2部、21章「運搬方法」。

- ・ 容器返却方法
- ・ 回収率に応じたヘリウム料金の計算方法

といったに金属材料研究所での実用法、第3部で液体ヘリウム利用の場合に特に気をつけるべき

- ・ 膨張破裂の危険性
- ・ 低温容器の閉塞
- ・ 断熱槽の真空漏れ
- ・ 汲み出し時の注意
- ・ 禁止事項
- ・ 安全弁の選択

といった事項（例：図 4(c)）を学び、最後に同様に小テストを受ける行程となる。

また図 3(a)、4(a)の左側欄中の目次を選択してクリックすることにより、あるページの解説の途中からでも別のページへジャンプし、好みのタイトルのページだけを学習することや、最終ページまで飛ぶか初期ページに戻るにより小テストのみを受けることも可能である。このように利用者が自分のレベルや目的、時間にあわせて使用できるのも Web コンテンツを用いる利点であろう。

### 3-3. セキュリティと各サイトへのリンク

e-learning をより実用的なものにするためには、コンテンツの充実だけでなく、アクセス性の向上（例えば、金属材料研究所内からだけでなく、所外の他部局（学内）および学外からいつでも利用できるようにすること）も一つの課題であった。これができるれば、所内の研究者は出張先（共同研究先）からでも低温寒剤の安全な利用法について復習ができるし、所外からの共同利用研究者は金属材料研究所に訪問する前に自分の研究室又は移動中に事前学習が済み、スムーズへ実験へと移行できる。しかしこれを可能にするにはネットワーク上のセキュリティの問題が絡んでくる。ここでは詳細には触れないが、所内情報企画室情報班（ネットワーク担当）からの専門的知識および技術提供により、システムはネットワーク上で保護された環境下で、学内、学外関係なく自由にアクセスできる状態で運用されるようになった（現時点では、学外者はパスワードの自動取得は



図4. 「液体ヘリウムの安全な利用法」講習画面の例。(a)初期画面、(b)第1部、7章「回収率を向上させるために」、(c)第3部、23章「禁止事項」。

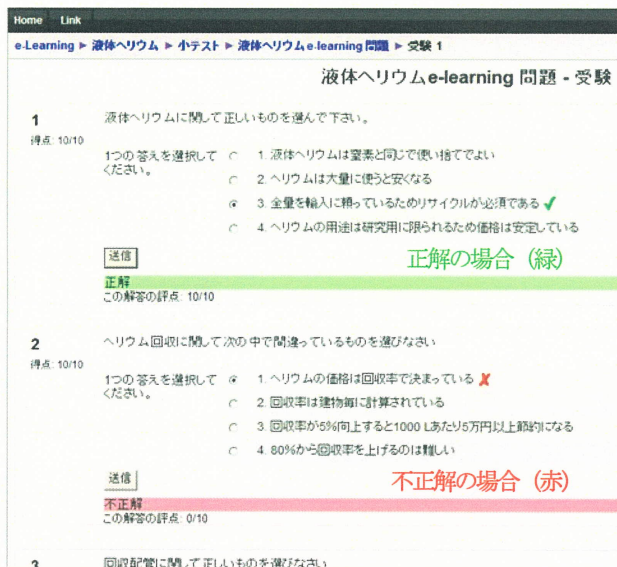


図5. 小テスト（「液体ヘリウムの安全な利用法」）の画面の例。

できず、取得には事前申請が必要だが、将来、共同利用研究申請のシステム上に連動して e-learning のパスワード登録が可能になる予定）。

多くの利用者に使用してもらうために、e-learning のサイトをわかりやすい場所にリンクしておくことも重要である。現在、極低温科学センター低温科学部と金属材料研究所安全衛生管理室（図6(a), (b)）のホームページ上にバナーが掲載されているのみであるが、今後、関連する部門やセンターのHP上にもリンクをお願いしたいと考えている。

#### 4. おわりに

以上、昨年度より本年度にかけて金属材料研究所で取り組んできた、寒剤利用者へ e-learning 教育システムの構築について簡単に紹介した。低温寒剤の使用に限らず、大学等研究機関の研現場においては、事前の安全教育なしで行うと大きな事故につながる業務（特殊な化学薬品、レーザー、工作機械等の使用）が多く存在する。こういった内容の安全教育をどの程度の頻度で行うかは、組織の大きさや性格、構成員の専門性にもよるため、一概には決められないし、それらは年を追って変化するものであろう。構成員の人数が比較的多いだけでなくその研究内容も多様であり、外部からの研究者も多数受け入れる

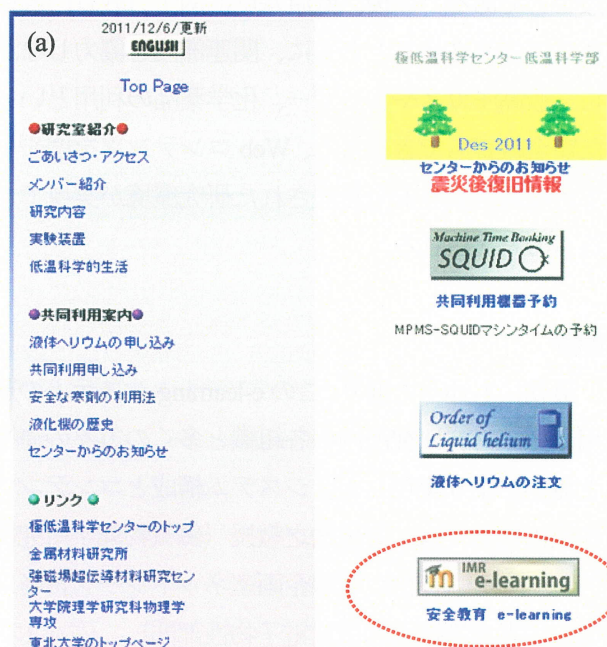


図6. ホームページへの e-learning サイトへのリンクの例。(a) 極低温科学センター低温科学部、(b)金属材料研究所安全衛生管理室のホームページ上でのバナー。

金属材料研究所のような組織においては、定期的な新人に対する講義による安全教育だけでなく、新人教育から数年を経過した研究者に対する再教育や、年度途中から新たに低温寒剤の利用者になった研究者、訪問研究者への安全教育にも対応できるシステムは必要不可欠である。e-learning はこの要請への一つの解決策になり得ると考える。

Web を使うことの利点は、§ 2 の(3)で挙げたよう、ネットワーク上のセキュリティを含めた、大枠となる汎用的なシステムを一度構築してしまえば、そのソフト（コンテンツ）は何度でも更新・追加が可能

なことである。今後、低温寒剤に関する教育内容をさらに充実させるとともに、関連部門と協力しながら一般高圧ガスやレーザー、化学薬品の利用といった安全教育もできるよう、Web コンテンツを増やして行けば、より安全管理された研究環境が実現できるもの考えられる。

## 謝辞

最初にも述べた通り、この e-learning システムの運用は金属材料研究所内の各組織と多くの方々の連携と協力により実現した。システム構成とコンテンツ作成に関しては、野尻浩之教授（磁気物理学研究部門、安全衛生管理室、情報企画室ネットワーク担当）、佐々木孝彦教授（同低温電子物性部門）、佐々木花奈氏（事務補佐員）、極低温科学センター低温科学部技術職員のスタッフに多くの寄与をしていただいた。サーバー上へのコンテンツ実装や ID 登録、セキュリティ対策に関しては安倍渉技術職員（情報企画室ネットワーク担当）と大場正志技術職員（情報企画室ネットワーク担当）、事務部研究協力係に多大なご協力をいただいた。また高梨弘毅教授（安全衛生管理室長）、佐藤香織技術職員（安全衛生管理室）にはシステムがうまく運用できるよう安全衛生管理室をあげての全面的バックアップをしていただいた。ここに感謝します。